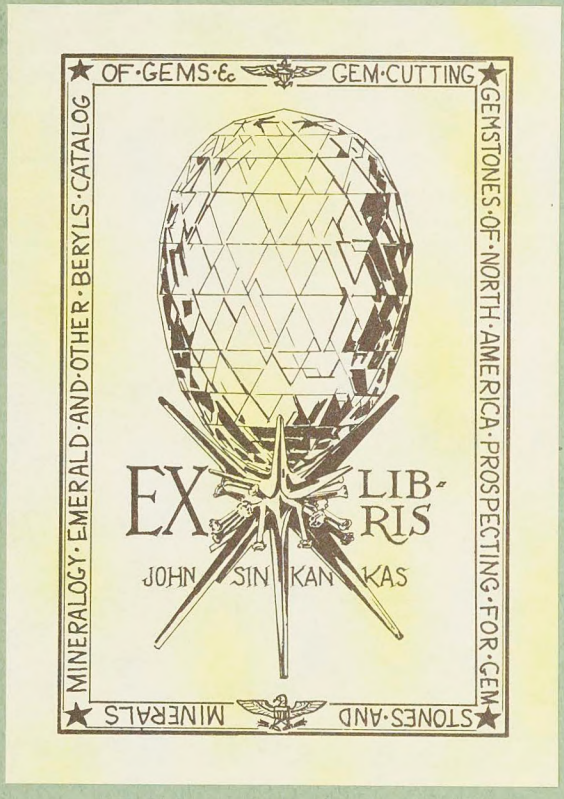
Überreicht vom Verfasser

CaT

Beiträge zur Kenntnis der Mineralien der Erzlagerstätten von Tsumeb.

Dr. Karl Biehl

Wyngaert 8/13/70 # 1.05
Cat



JSL
00071253

Beiträge zur Kenntnis der Mineralien der Erzlagerstätten von Tsumeb.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen u. Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfäl. Wilhelms-Universität zu Münster (Westf.)

vorgelegt von

KARL BIEHL

Osnabrück.

Osnabrück 1919.

Druck von Carl Biehl, Osnabrück, Catharinenstraße 41.

Referent: Prof. Dr. Busz.

Dekan: Prof. Dr. Meinardus.

Meinen Eltern.

Inhaltsverzeichnis.

Literaturverzeichnis.

A. Allgemeiner Teil.

I. Die geologischen und genetischen Verhältnisse der Erzlagerstätten von Tsumeb.

II. Vorbemerkungen zum chemischen Teil der Arbeit.

B Mineralogischer Teil.

I. Oxyde.

a, Bleioxyde.

α Massikot. β. Plattnerit. γ. Mennige.

b. Quarz.

II. Karbonate.

a. Wasserfreie Karbonate.

α. Weißbleierz. β. Zinkspat. γ. Kalkspat.

b. Wasserhaltige Karbonate.

α. Malachit. β. Azurit. γ. Aurichalcit und ähnliche Minerallen.

III. Sulfate.

a. Brochantit.

IV. Arseniate.

a. Wasserfreie Arseniate.

α. Mimetesit.

b. Wasserhaltige Arseniate.

α. Olivenit. β. Bayldonit und ähnliche Mineralien.

Literaturverzeichnis.

Sir Francis Galton:
Travels in tropical Afrika. 1852.

J. Kuntz:
Kupfererzvorkommen in Süd-Westafrika. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1904 pag. 404 ff.

W. Maucher:
Die Erzlagerstätte von Tsumeb im Otavibezirk im Norden Deutsch-Süd-Westafrikas. Zeitschr. f. prak'. Geol. 1908 p. 24 ff.

P. Krusch:
Die genetischen Verhältnisse der Kupfererzvorkommen von Otavi. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 63. 1911 pag. 240 ff.

Beyschlag, Krusch u. Vogt:
Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine. Bd. II pag. 402 ff.

Die Erzlagerstätten von Tsumeb im Otavibezirk im Norden von Deutsch-Südwest-Afrika.[1])

Schon seit Generationen vor Ankunft der Weißen in Süd-West-Afrika scheinen den Eingeborenen die Erzlagerstätten im Norden des Landes bekannt gewesen zu sein. Die Ovambo verarbeiteten das zu Tage tretende Erz zu Schmucksachen und Gerätschaften. Die Europäer wurden auf die Kupfererzvorkommen der Otavikette zuerst im Jahre 1852 durch Sir Francis Galton aufmerksam, der eine Reise von der Walfischbay in das Ovamboland schildert. Im Jahre 1887 wurden zum ersten Male Erze aus dem Otavibezirk der Kgl. Geologischen Landesanstalt zu Berlin zur Untersuchung eingesandt. Seit 1905 werden die Erze durch regelmäßigen Bergbau abgebaut.

Das Otavi-Massiv, das im Süden steil ansteigt und nach Norden hin niedriger und flacher wird, besteht im wesentlichen aus einem grauen, dichten Gestein, das man ursprünglich als Kalkstein ansah, von Maucher aber zuerst als Dolomit erkannt wurde, der dem Devon anzugehören scheint. Gewisse Schichten des Otavidolomites neigen zur Bildung von Höhlen, die oft mit Wasser angefüllt sind.

Die Kupfererze werden abgebaut in Groß-Otavi, Klein-Otavi oder Asis, Guchab und Tsumeb.

Am unbedeutendsten ist die Lagerstätte von Groß-Otavi. Hier treten in steil nach Süden fallenden Dolomitschichten Nester und netzartige Trümer von Erz auf. Besonders scheinen hier „sandsteinartige Massen" für die Erzführung in Betracht zu kommen, die P. Krusch 1911 als Aplit bestimmte.

Viel kompakter sind die Lager von Klein-Otavi und Guchab, wo nach Kuntz bestimmte Schichten des Kalksteins

1) W. Maucher, Zeitschr. f. prakt. Geol. 1905 pag. 24 ff.
J. Kuntz, desgl. 1904 pag. 404
P. Krusch, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 63, 1911, pag. 240.

für die Erzanreicherung von Bedeutung gewesen zu sein scheinen.

Unzweifelhaft das bedeutendste Vorkommen ist das von Tsumeb.

Tsumeb liegt im Norden des Hererolandes am Nordhange des Otavigebirges, unter dem 19. Breitengrad bei 18° östlicher Länge von Greenwich, etwa 1300 m über dem Meere, 68 km nördlich von Otavi. Schon von weitem sieht man einen von Kupfererz grün gefärbten Hügel, der sich aus dem grauen Otavidolomit scharf abhebt und zum größten Teil aus Erz besteht. Die Lagerstätte streicht von Ost nach West bei einer Länge von 168 m, bei 12 m Breite und 9—10 m Höhe über Tage aus. Die Länge des Streichens in der Tiefe ist noch nicht genau festgestellt. Das Nebengestein ist grauer, dichter Dolomit. Das erzführende Gebirge hat 19 bis 20 m Mächtigkeit und zerfällt in zwei Teile. Das Liegende wird von dolomitisch-lettigen Erzmassen gebildet, während sich besonders im Mittel- und Ostflügel der Lagerstätte, im Hangenden ein „sandsteinartiger Körper" dazwischen schiebt. Die Erze befinden sich hauptsächlich in der Grenzschicht zwischen dem sandsteinartigen und dem dolomitischen Körper. Die kompakte Erzmasse ist hier mit Trümern von Sandstein und verkieseltem Dolomit durchsetzt und ebenso schieben sich Erztrümer in beide hinein.

Die Erzführung in den einzelnen Teilen der Lagerstätte ist sehr verschieden. Während im östlichen Teile bleireiche Erze vorherrschen, finden sich im westlichen hauptsächlich Kupfererze. Zwischen Ost- und Westflügel schiebt sich eine erzarme Partie, in der der dolomitisch-lettige Teil fast völlig von dem sandsteinartigen Zwischenmittel verdrängt wird, das nach neueren Untersuchungen nach der Tiefe zu abnimmt, sodaß eine Verbindung des Ost- und West-Körpers in größerer Tiefe nicht ausgeschlossen erscheint.

Bei den Erzen hat man im wesentlichen zwischen primären, sulfidischen Erzen und deren Oxydationsprodukten zu unterscheiden. Letztere zerfallen in zwei Teile, in sekundäre Erze, welche unmittelbar aus der Oxydation der primären hervorgehen, und tertiäre Erze, die die Erzeugnisse einer chemischen Umsetzung der sekundären Erze darstellen, wobei sich deutlich der chemische Einfluß des Nebengesteins bemerkbar macht.

Bei den primären Erzen, die durchweg mittelkörniges Gefüge und massige Beschaffenheit zeigen, konnte Maucher eine gesetzmäßige Anordnung der einzelnen Erze untereinander nicht beobachten. Drusen wurden bei ihnen nicht gefunden. Die Erzmassen sind stets geschlossen und füllen die feinsten Risse und Nebengesteinsbruchstücke aus. In wechselndem Mengenverhältnis fand man: Bleiglanz, Kupferglanz, Zinkblende, als deren regelmäßige Begleiter Enargit, Famatinit, Luzonit; Pyrit ziemlich selten. Von den kristallisierten Nichtmetallen konnte nur Quarz und Kalkspat beobachtet werden, die sich als durchweg jünger erwiesen, als selbst die tertiären Erzbildungen.

Charakteristisch für die Lagerstätte sind die sekundären und tertiären Bildungen.

Zuerst von allen Mineralien scheinen sich Bleiglanz, Luzonit und Pyrit zu oxydieren. Kupferglanz und Zinkblende widerstehen der Oxydation am längsten. Der Bleiglanz liefert zunächst Anglesit. Dieser umgibt den frischen Bleiglanz in ein bis mehreren Zentimeter breiten Zonen, welche noch von Bleiglanznestern und Kupferglanz durchsetzt sind. Darüber folgt reiner, meist derber Anglesit, der teilweise in Weißbleierz, oder durch Einwirkung von CuS in Linarit und Kaledonit umgewandet ist. Kupferglanz bedeckt sich mit Brochantit auch Malachit. Diese bilden sammetartige Überzüge, zarte, mehrere Millimeter lange Kriställchen. Zinkblende geht in Zinkvitriol (noch nicht beobachtet), Pyrit in ockeriges Brauneisenerz über.

Bei der wenig tiefen Lage der bis jetzt aufgeschlossenen Tsumeberze ist es nicht zu verwundern, wenn die ersten Oxydationsprodukte der sulfidischen Erze von den hinzutretenden Tagewässern ausgelöst und anderen Stellen, besonders im hangenden Sandstein und liegenden Dolomit, wieder abgesetzt wurden, wobei sich manigfache chemische Umsetzungen vollzogen. Die Sulfate des Kupfers und Zinks sind in Wasser verhältnismäßig leicht, die des Bleis schwer löslich. Sie zeigen große Neigung sich mit Karbonaten der Erdalkalien des Dolomits zu Blei-, Kupfer- und Zink-Karbonaten und zu Magnesia- bezw. Kalzium-Karbonaten umzusetzen. Die letzteren finden sich nicht in den Tsumeberzen, da sie von den Tagewässern ausgelöst und fortgeführt sind.

Der Auflösung des Anglesites folgte die des später gebildeten Brochantites. Dieser setzte sich mit Dolomit in Malachit um. Er findet sich häufig in zarten Kristallbüscheln, ferner in traubig-nierigen, sowie derben, feinfaserigen, seidenglänzenden Massen, nicht selten in Pseudomorphosen nach großen Azuritkristallen. Brochantit setzte sich mit Cerussit zu basischen Doppelsalzen zu Caledonit und Linarit um Beide Mineralien umschließen fast immer einen Kern von Weißbleierz und finden sich in Gesellschaft von Malachit, Brochantit, Quarzkriställchen und einem an Nontronit erinnernden, schmutzig zeisiggrünen oder gelben ockerigen Mineral.

Ganz besonderes Interesse erregen die Auslaugungsprodukte dieser dichten gelbgrünen Oxydationsprodukte der arsen- und antimonhaltigen, primären Erze. Die Auslaugung dieser zunächst ganz dicht erscheinenden Erze beginnt damit, daß die ganze Masse von zahlreichen feinen Rissen und Äderchen durchzogen wird. Die letzteren bleiben stehen, und die Füllmasse zwischen den feinen, zarten Kammerwänden wird allmählich weggeführt, sodaß zuletzt zellige, poröse Massen entstehen. Auf den Zellwänden setzen sich dann kristallisierte Mineralien ab. Man hat im wesentlichen zwischen 3 bezw. 4 Spaltungsprodukten zu unterscheiden, welche durch Zwischenglieder verbunden sind: zunächst findet sich Olivenit in dichter, ockeriger und kristallisierter Form, der häufig einen nennenswerten Zinkgehalt aufweist.

Dann beobachtet man grasgrüne bis olivengrüne, schwammige Massen, die neben dem Kupfergehalt oft einen nennenswerten Bleigehalt und neben dem Arsen- oft einen merklichen Antimongehalt aufweisen. Sie stehen dem Bayldonit nahe.

Zeisiggrüne bis lichtpistaziengrüne, ockerige Massen zeigen dazu noch einen erheblichen Vanadingehalt.

Als drittes Spaltungsprodukt erscheint in nierig-traubigen, radialfaserigen Krusten von schwärzlich-olivengrüner Farbe: Mottramit.

Endlich noch Mimetesit in kleinen, wachsgelben, stark glänzenden Kristallen.

Der Zinkgehalt der primären Erze findet sich als Beimengung anderer Erze, sowie als Zinkspat, Kieselzinkerz. Hydrozinkit und Aurichalcit in den Oxydationsprodukten wieder.

Über die Genesis des Vorkommens von Tsumeb[1]) gehen die Ansichten auseinander. Maucher versuchte den Nachweis zu führen, daß eine magmatische Ausscheidung vorliegt. Bei der Aufstellung der Altersfolge der verschiedenen Erze richtet er sich ausschließlich nach dem Schmelzpunkte unter Berücksichtigung des Umstandes, daß derselbe eine wesentliche Erniedrigung erfährt, wenn Sulfidkomponenten in einander gelöst sind.

Stutzer kommt zu dem Resultat, daß metasomatische Verdrängungserscheinungen vorliegen, und daß die Erzbildung wässerigen Lösungen zuzuschreiben ist.

Nach Krusch's Untersuchungen handelt es sich zweifellos um Metasomatose. Er betont jedoch die Unterscheidung zwischen primärer und sekundärer Metasomatose. Die gewöhnliche, also primäre, welche hauptsächlich in einer Verdrängung des Kalkes und Dolomites besteht, ist bei Tsumeb möglich, doch läßt sich der Nachweis heute noch nicht erbringen. Es können also nur sekundäre metasomatische Prozesse vorliegen, das sind Zementations- und Oxydations-Metasomatose.

Es liegt eine Bruchzone vor, zwischen deren Spalten mutmaßlich ein Aplitkörper derart abgesunken ist, daß er einen Keil innerhalb des Otavidolomites bildet. Gegen ein Empordringen des Magmas an Ort und Stelle spricht das Fehlen jeglicher Kontakterscheinungen.

Die an einigen Stellen gestörte Lagerung des Dolomites stützt die Annahme einer Bruchzone ebenso wie der von Scheibe beobachtete spitze Winkel, welchen der Erzkörper im Streichen mit dem Dolomit bildet. Auf diesen Verwerfungen dürften dann die Schwermetalllösungen emporgekommen sein, welchen die primären heute nur zum Teil bekannten Erze ihre Entstehung verdanken. Sie sind mutmaßlich ebenfalls metasomatisch. Durch den Einfluß der Tagewässer entstanden die Oxydations- und Zementations-Erscheinungen, welche sich bezüglich der Oxydation auch heute noch bilden.

Auf Veranlassung des Herrn Geh. Bergrats Prof. Dr. K. Busz untersuchte ich eine große Anzahl von Stufen aus

[1]) Beyschlag, Krusch u. Vogt: Lagerstätten der nutzbaren Mineralien p. 402 ff.

den Erzlagerstätten von Tsumeb, die teils aus den Sammlungen des Mineralogischen Museums der Universität Münster stammen, teils mir von Herrn Geh. Kommerzienrat R. Seligmann, Coblenz und der Firma Dr. F. Krantz in Bonn in zuvorkommendster Weise zur Verfügung gestellt wurden, wofür ich an dieser Stelle nochmals herzlichst danke.

Im Verlaufe der Arbeit habe ich die Stufen entsprechend mit M, S und K bezeichnet, und die ihnen zugehörige Nummer hinter das Signum gesetzt.

Vorbemerkungen zum chemischen Teil der Arbeit.

Hinsichtlich des chemischen Teiles der Arbeit habe ich mich in der Hauptsache auf die Angaben von Treadwell, Fresenius und Doelter[1]) gestützt.

Zur Arsenbestimmung wurde verschiedentlich das von Doelter angeführte Verfahren von P. Jannasch und Th. Seidel benutzt:[2]) Das Mineral wird in bedeckter Porzellanschale in Salpetersäure und zum Schluß unter Zufügen von etwas Salzsäure erwärmt bis alles bis auf die Gangart in Lösung gegangen ist. Die Lösung wird zur Trockene verdampft, der Rückstand mit Salzsäure aufgenommen und in einen Rundkolben gespült, dazu werden 100 ccm Salzsäure, 1 gr. Bromkalium und 3 gr. Hydrazinsulfat gegeben. Die Flüssigkeit wird zunächst gelinde erwärmt, dann bis zum lebhaften Sieden erhitzt und bis auf ca. 30 ccm abdestilliert. Der Apparateaufbau ist bei Doelter in einer Figur erläutert. In dem mit conc. HNO_3 stark eingeengten Destillat wurde das Arsen aus ammoniakalischer Lösung mit Magnesium-Ammoniumchloridlösung gefällt und als $Mg_2As_2O_7$ im Goochtiegel gewogen.[3])

Zur Trennung von Arsen und Antimon wurden die Angaben von Fresenius[4]) benutzt. Die mit Salzsäure und chlorsaurem Kali oxydierten Schwefelverbindungen der Metalle

[1]) Treadwell, Lehrbuch der anal. Chemie. Leipzig u. Wien 1917. Fresenius, Anleitung z. quant. Analyse 6. Aufl. Braunschweig 1900 Doelter, Handbuch der Mineralchemie. Dresden u. Leipzig 1914.
[2]) Doelter, Bd. III, pag. 622.
[3]) „ „ „ 620.
[4]) Fresenius, Bd. I, pag. 635.

werden mit Weinsteinsäure, viel Chlorammonium und überschüssigem Ammoniak versetzt. Das Arsen mit Magnesiumammoniumchlorid, das Antimon im Filtrat als Schwefelantimon gefällt und als antimonsaures Antimonoxyd[1]) bestimmt. Das Schwefelantimon wurde, nachdem man es mit einigen Tropfen einer Salzsäure von spez. Gew. 1,42 benetzt hat, mit der acht- bis zehnfachen Menge rauchender Salpetersäure behandelt und die Säure allmählich auf dem Wasserbade verdunstet. Der Schwefel scheidet sich anfangs als feines Pulver aus, oxydiert sich aber während des Eindampfens leicht und vollständig. Die im Tiegel zurückbleibende weiße Masse besteht aus Antimonsäure und Schwefelsäure und läßt sich durch Glühen ohne Verlust in antimonsaures Antimonoxyd überführen.

Das Blei wurde stets als Sulfat im Goochtiegel bestimmt.

Das Kupfer wurde teils als Sulfür bestimmt, teils wurde der H_2S-Niederschlag einfach im Porzellantiegel vor dem Teclubrenner bis zur Gewichtskonstanz geglüht. Der Rückstand besteht aus Kupfersulfür und Kupferoxyd und enthält 79,90 vom Hundert Kupfer. Die letztere Methode ist zwar einfacher, gibt aber nicht so genaue Werte wie die erstere.[2])

Eisen und Aluminium waren nur als Verunreinigungen zugegen und wurden stets zusammen durch zweimaliges Fällen mit Ammoniak abgeschieden und als $Fe_2\,0_3 + Al_2\,0_3$ gewogen.

Das Zink wurde mit Schwefelwasserstoff aus essigsaurer Lösung gefällt oder auch durch frisch bereitetes, farbloses Schwefelammon unter Zusatz von 5 gr Ammoniumrhodanat abgeschieden. Teils wurde es als Sulfür, teils als Zinkoxyd gewogen.[3])

Phosphorsäure war nur in Spuren anwesend und wurde als $Mg_2\,P_2\,0_7$ bestimmt.

Die Schwefelsäure wurde mit Baryumchlorid aus einer nur geringe Mengen freie Salzsäure enthaltenden Lösung in der Siedehitze gefällt und als $BaS0_4$ gewogen.

Das Chlor wurde als Chlorsilber bestimmt.

Die Kohlensäure wurde, wo es anging, mit dem Bunsenschen Apparat durch Gewichtsverlust bestimmt, sonst mit dem Wassergehalt als Glühverlust festgestellt.

---

[1]) Fresenius, Bd. I, pag. 356.
[2]) „ „ I, „ 334.
[3]) Doelter, „ I, „ 409.

Das Wasser wurde teils durch Erwärmen bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschrank, teils durch Glühen bis zu konstantem Gewicht vor dem Bunsenbrenner bestimmt.

Mineralogischer Teil.

I. Oxyde.

a. Oxyde des Bleis.

Fast alle Stufen, auf denen sich bleihaltige Mineralien irgend welcher Art angesiedelt haben, beherbergen Bleioxyde als nicht seltene Gäste.

Massikot PbO

ist am häufigsten vertreten. Als bröckeliges, pulveriges Mineral von zitronengelber bis ockeriger Farbe bildet er erdige Anflüge und selbstständige Massen. Oft umgiebt er Mimetesit und Weißbleierz in sehr dünnen, gelben Schichten, ein Zeichen der beginnenden Umwandlung dieser Mineralien, als deren Verwitterungsprodukt er zu betrachten ist. Er ist in vorliegendem Falle fast stets durch Kupfer und Eisen verunreinigt.

Plattnerit PbO_2

fand sich als schwärzlich-brauner Überzug, der teils die weißen Cerussitkristalle mit 1—2 mm dicken Schichten bedeckt, scheinbar Pseudomorphosen nach diesem Mineral bildend, teils auch Malachit überzieht, der seinerseits wieder in dünnen Schichten über Weißbleierz liegt. Nicht selten findet man das Bleisuperoxyd über dünnen Schichten von Massikot und vor allen Dingen über dem unten näher beschriebenen Bleikupferarseniat, das sich aus Cerussit bezw. Mimetesit gebildet hat. Nur auf einer Stufe fand er sich in nierig-traubigen schaligen Aggregaten. Er ist leicht löslich in Salzsäure unter Entwicklung von Chlor. As Pb-Gehalt ergab sich: Pb = 86,13 %.

Mennige Pb_3O_4

war nur einmal vertreten und zwar auf Stufe K. 40, die in der Hauptsache aus Weißbleierz besteht, das durch einen

dünnen schwarzen Anflug dunkel gefärbt ist. Auf diesem hat sich wiederum ein moosgrünes Mineral angesiedelt, das dem Malachit bezw. dem Aurichalcit angehört. Auch Massikot und Plattnerit finden sich auf der Stufe. Gleichzeitig findet man einen dünnen, erdigen Anflug von prächtiger, morgenroter Farbe. Leider war nicht genügend Material vorhanden, um eine quantitative Untersuchung vornehmen zu können. Vor dem Lötrohr wird das Mineral anfangs dunkel, dann hell und gibt ein Bleikorn. Von Salzsäure wird es unter Chlorentwicklung entfärbt, in conc. Salpetersäure löst es sich unter Zurücklassung von braunem Bleisuperoxyd. Diese Proben deuten mit Sicherheit dahin, daß es sich nur um Mennige handeln hann.

b. Quarz SiO_2

fand sich nur auf wenigen der zur Verfügung stehenden Stufen. In der Hauptsache handelt es sich um dünne kristallene Überzüge über den „sandsteinartigen Massen". Er erwies sich durchweg jünger als selbst die tertiären Bildungen der Lagerstätte. Meist lag er auf Zinkspatkrusten auf, und war mit diesem, Cerussit und einem aurichalcit-ähnlichen Mineral selbst wieder bedeckt. Auf einer Stufe fand er sich als vollkommener Überzug über einen wohlausgebildeten Weißbleierzkristall, sodaß man wohl von einer Pseudomorphose von Quarz nach diesem Mineral sprechen hönnte. Die Quarzkristalle sind wirr durcheinander verwachsen, sehr klein, mit glatten, glänzenden Flächen und wasserklar. Großer Formenreichtum fand sich nicht, nur das Prisma ∞R $(10\bar{1}0)$ und das positive und negative Rhomboëder traten auf.

II. Karbonate.

Wasserfreie Karbonate.

Weißbleierz $PbCO_3$

war fast auf allen Stufen zu finden. Weniger derb, nierenförmig, stenglich und bündelförmig aggregiert fand es sich hauptsächlich in schön ausgebildeten Kristallen. Diese sind teils prismatisch, wobei die Längsrichtung der a Achse parallel verläuft, teils tafelförmig durch Vorherrschen des Brachypinakoids $\infty \breve{P} \infty (010)$. Die Kristallinduviduen sind meistenteils

wasserhell, durchsichtig, haben glatte, glänzende Flächen, jedoch kommen auch milchweiße bis braun-schwarze durch Eisenoxyd dunkel gefärbte Kristalle vor. Verschiedentlich zeigten sich Cerussitkristalle, die infolge von Zwillingsbildung wie hexagonale Pyramiden aussahen.

An Formen beobachtete ich dieselben, die von dem Weißbleierz von Otavi[1]) schon an anderer Stelle ausführlich beschrieben sind,

Zinkspat $ZnCO_3$

tritt gewöhnlich in nierenförmig-traubigen und schaligen, verschiedentlich auch in zellig durcinandergewachsenen Aggregaten von oft grünlicher Farbe auf. Oft findet er sich als Bindemittel von Sandstein- und Dolomit-Bröckchen, auch derb und in feinkörniger bis dichter Zusammensetzung.

Kristalle sind äußerst selten, meist sehr klein und wurden nur auf zwei Stufen K. 31 u. K. 42 angetroffen. Sie sind undurchsichtig, uneben, stumpfkantig und haben abgerundete Ecken. Die Flächen sind matt, rauh und löcherig. Meßbare Kristalle fanden sich nicht. In der Hauptsache treten winzige Rhomboëder von der Form R $(10\bar{1}1)$ auf.

In verd. Salsäure löst er sich langsam, aber vollständig unter Kohlensäureentwicklung. Vor dem Lötrohr gibt er in der Hitze ein gelben Beschlag, der in der Kälte weiß wird (Zn 0). Mit Kobaltsolution befeuchtet wird der Beschlag sowie die mit Soda zusammengeschmolzene Probe grün, Der hin und wieder auftretende Beschlag von gelblich-brauner Farbe am Rande der Kohle läßt einen geringen Kadmium-Gehalt vermuten. In nachweisbaren Mengen fand sich Kadmium jedoch nicht.

Die Stufe K. 46 besteht aus derbem, weißem bis farblosem Zinkspat, der von mehreren schaligen Aggregaten von grünlich durchscheinendem Zinkkarbonat umgeben ist, die ihrerseits wieder mit dünnen, nur Bruch-

[1]) Dübigk, Über das Weißbleierz von Otavi bei Tsumeb in Deutsch-Süd-West-Afrika. Diss. Münster 1913.

teile eines Millimeters messenden Schichten von Brauneisen abwechseln. Die Oberfläche der Stufe, die noch deutlich die Formen kleiner Zinkspatkriställchen erkennen läßt, ist mit einem Überzuge von kreideartigen, weißen, stellenweise seidenartig glänzenden, schuppigen Aggregaten bedeckt, den man beim ersten Anblick wohl als Zinkblüthe ansprechen könnte.

Die quantitative Analyse jedoch ergab, daß es sich hier um einen kupferhaltigen Zinkspat handelt, der folgende Zusammensetzung zeigt:

Cu O	=	4,23 %
Zn O	=	59,65 %
Fe O	=	0,21 %
C O_2	=	34,96 %
		99,05 %

Eigentümlich ist, daß diese Varietät trotz des Cu-Gehaltes eine weiße Farbe besitzt.

Die Analyse des grünlich durchscheinenden, schaligen Zinkkarbonates dieser Stufe ergab folgende Resultate:

Cu O	=	5,20 %
Zn O	=	57,96 %
Fe O	=	0,83 %
C O_2	=	35,12 %
As_2 O_5	=	1,41 %
		100,52 %

Auch dieser Zinkspat ist durch nicht unerhebliche Mengen von Kupfer verunreinigt. Bemerkenswert ist, daß er noch ca. 1,5 % As_2 O_5 aufweist, das scheinbar mit dem Kupfer eingewandert ist.

In der Literatur findet man die Cu-haltigen Zinkspate mit Herrerit[1]) bezeichnet. Das Verhältnis von Cu O : Zn O ist bei ihnen 1 : 27.

Bei den hier angeführten ist das Verhältnis etwa Cu O : Zn O = 1 : 11 und man könnte vielleicht auch diese zu den Herreriten zählen.

[1]) Doelter I pag. 444

Kalkspat $CaCO_3$

fand ich nur auf einer der untersuchten Stufen und zwar auf K. 47. Die Unterlage besteht aus körnigen Quarzaggregaten, die mit Brauneisen und schwarzgefärbtem Weißbleierz verkittet sind. Auf der Oberfläche derselben befindet sich eine 1—2 mm dicke Schicht eines kristallinen bläulich-grünen Minerals, darauf sitzt als jüngste Bildung der Kalkspat. Es sind bis 1 cm große Kristalle von milchweißer Farbe. Sie sind wirr durcheinander gewachsen, ohne jedoch Zwillingsbildung zu zeigen. Die Flächen sind uneben und löcherig, und zeigen schon beim Betrachten mit unbewaffnetem Auge deutliche Wölbung. Auf dem Goniometer gaben die Kristalle keine brauchbaren Werte. An Formen tritt nur das Rhomboëder $-2R$ auf.

Der Kalkspat löst sich leicht und vollständig unter Aufbrausen in verdünnter Salzsäure. In der Lösung ließen sich Verunreinigungen, abgesehen von einer Spur Eisen, nicht nachweisen.

Wasserhaltige Karbonate.

Malachit $Cu CO_3 . Cu(OH)_2$

ist ebenso wie Weißbleierz ein besonders typisches Mineral für die Erzlagerstätte von Tsumeb. Fast alle Stufen haben ihn in mannigfachster Form aufzuweisen.

Die büschelig und oft rosettenartig angeordneten Kristalle sind selten, von hell- bis dunkelgrüner Farbe, in der Regel nadel- oder haarförmig ausgebildet und sehr klein. Unter dem Mikroscop sieht man oft verzwillingte Individuen. Auf den Spaltblättchen nach (010) mißt man den Winkel der Basisflächen zu ca. 124°. Die Auslöschung beträgt 23°-25°, in der Literatur findet man für Na-Licht 23° 31'.

Auf dem Goniometer meßbare Kristalle wurden, abgesehen von einem einzigen auf M. 1, nicht gefunden. Leider konnte ich auch für diesen nur die Winkelwerte für die Prismenzone bestimmen, da die Endfläche infolge Beschädigung durch Bestoß nicht mehr vorhanden war.

Neue Flächen fanden sich nicht; es traten nur auf: ∞P (110), $\infty P \infty$ (010) und $\infty \breve{P} \infty$ (100).

Naumann	Miller	Gemessen	Grenzwerte	Messungen	Berechnet
$\infty P : \infty P$	110 : 110	75° 40'	75° 37' - 44'	6	75° 40'
$\infty P : \infty \breve{P} \infty$	110 : 010	37° 50'	37° 48' - 51'	6	37° 50'
$\infty P : \infty \bar{P} \infty$	110 : 100	52° 10'	52° 8' - 52° 11'	6	52° 10'

Die gefundenen Werte stimmen genau mit den in der Literatur angegebenen überein.

Häufig fand sich der Malachit dünntafelig, schuppig, rosettenartig gegliedert, weniger in traubig-nierigen stalaktischen Aggregaten von krummschaliger und radialfaseriger Struktur, welche oft ins Dichte übergeht; auch derb, eingesprengt und als Anflug.

Als Pseudomorphosen von schwärzlich-grüner, oft auch hellgrüner, seidigglänzender Farbe fand er sich auf fast allen Stufen nach Kupferlasur, seltener nach Weißbleierz und auf einer Stufe K. 47 auch nach Kalkspat. Oft sind die Gebilde mit jüngeren Bildungen von Massikot- und Bleisuperoxyd-Anflügen überzogen, auf denen als allerjüngste Bildung hinwiederum Malachit in winzig kleinen halbkugeligen Aggregaten sitzt.

Auf einer Stufe K. 16 bildet er wabenartige Formen, die scheinbar ein Bindemittel oder einen Überzug über ein ausgelaugtes Mineral gebildet haben. Die Härte beträgt hier etwa 4.

In verdünnter Salzsäure löst er sich leicht und vollständig unter Kohlensäureentwicklung. Vor dem Lötrohr wird er unter Wasserabgabe schwarz, in Cu O verwandelt und schließlich zu Cu reduziert. Er ist stets durch Spuren von Eisen, oft auch durch etwas Zink verunreinigt.

Eine quantitative Analyse der wabenartigen Formen ergab folgende Zusammensetzung:

CuO	=	71,38 %
FeO	=	0,68 %
CO_2	=	28,36 %
H_2O	=	
		100,42 %.

Das Ergebnis steht im guten Einklang mit den bisher in der Literatur veröffentlichten Analysen.

Kupferlasur $2\,CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$

ist ebenso wie Malachit ein besonders charakteristisches Mineral für diese Lagerstätte. Selten findet sich der Azurit auf den untersuchten Stufen als Anflug und in derber Varietät, häufiger in strahligen, bis dichten rosettenartig angeordneten, kristallinen Aggregaten und in der Hauptsache in gut ausgebildeten Kristallen.

Die Kristallindividuen sind meist in Gruppen und Drusen vereinigt und sitzen mit breiter Grundfläche auf durch Brauneisen gefärbtem Sandstein, grünen, bröckeligen, malachitähnlichen Mineralaggregaten und vereinzelt auch auf Weißbleierz auf, das in Umwandlung nach Massikot und Plattnerit begriffen ist. Die Kristalle sind oft verzerrt. Ihre Größe schwankt zwischen wenigen Millimetern und mehreren Zentimetern. Vorwiegend säulenartig mit vorherrschendem Prisma ausgebildet, finden sie sich auch zuweilen kurz bis tafelförmig parallel zur Basis und auch längsgestreckt nach der b-Achse mit vorherrschenden Hemidomen nebst Basis und Orthopinakoid. Die Flächen sind im allgemeinen glatt und eben und geben im Goniometer zumeist gute Signalbilder, doch sind auch einige stark gestreift, die Orthodomen parallel zur Basis, die Prismen parallel zum Orthopinakoid und die Basisflächen parallel zum Klinopinakoid. Oft sind die Flächen auch löcherig und rauh, namentlich die Pyramiden. Vereinzelt sind auch die Flächen mit einem spangrünen Anflug von Malachit überzogen, ein Zeichen der beginnenden Umwandlung in diesem.

Gemessen wurden von jeder Ausbildungsweise mehrere Kristalle, die von verschiedenen Stufen stammen.

Die gemessenen Winkelwerte sind in beifolgender Tabelle zusammengestellt. Im allgemeinen zeigen sie mit den berechneten Winkeln gute Übereinstimmung.

a. Kristalle längsgestreckt zur b-Achse.

Orthodomen

Naumann	Miller	Gemessen	Grenzwerte	Messungen	Berechnet
o P : - P ∞	001 : 101	44° 45' 03"	44° 40 - 44° 49'	6	44° 45' 56"
- P ∞ : ∞ P̆ ∞	101 : 100	42° 51' 10"	42° 48' - 42° 53'	6	42° 50'
o P : ∞ P̆ ∞	001 : 100	87° 35' 58"	87° 34' - 87° 36'	6	87° 36'
o P : 1/5 P̆ ∞	001 : $\bar{1}05$	11° 43' 21"	11° 40' - 11° 44'	6	11° 47' 12"
o P : P̆ ∞	001 : $\bar{1}01$	47° 17'	47° 14' - 47° 18'	6	47° 14°
o P : 3/2 P̆ ∞	001 : $\bar{3}02$	58° 57' 27"	58° 50· - 58° 59'	6	58° 55' 28"
o P : 2 P̆ ∞	101 : $\bar{2}01$	66° 11' 53"	66° 6' - 66° 17'	6	66° 10' 41"
∞ P̆ ∞ : o P	100 : 00$\bar{1}$	92° 24' 05"	92° 24' - 92° 25	6	92° 24'

Prismen

∞ P : ∞ P	110 : 1$\bar{1}$0	80° 40' 49"	80° 40' - 80° 41'	6	80° 41'
o P : ∞ P	110 : 001	88° 12' 7"	88° 5' - 88° 14'	6	88° 10'

Klinodomen

o P : 2/3 P̆ ∞	001 : 023	30° 25' 28"	30° 17' - 30° 28'	4	30° 22' 41"
o P : P̆ ∞	001 : 011	41° 17' 12"	41° 13' - 41° 20'	4	41° 19' 26"
o P : 2 P̆ ∞	001 : 021	60° 23' 35"	60° 23' - 60° 25'	4	60° 22' 30"
2/3 P̆ ∞ : 2 P̆ ∞	023 : 021	19° 06	19° 01 - 19° 10'	4	19° 03' 04"
P̆ ∞ : 2 P̆ ∞	011 : 021	30° 1' 5"	30° - 30° 4'	4	29° 59' 49"

Pyramiden

o P : 2 P	001 : 221	68° 11' 13"	68° 08' - 68° 12'	6	68_0 12'
2 P : 2 P	$\bar{2}$21 : 221	73° 53' 10"	73° 45' - 73° 59'	6	73° 56'

b. Kristalle, vertikal säulig begrenzt.

Orthodomen.

Naumann	Miller	Gemessen	Grenzwerte	Messungen	Berechnet
o P : - P∞	001 : 101	44° 48' 22"	44° 44' - 44° 50'	6	44° 45' 56"
- P∞ : ∞P∞	101 : 100	42° 50' 37"	42° 48' - 42° 53'	6	42° 50'
o P : ∞P∞	001 : 100	87° 34'	87° 32' - 87° 36'	6	87° 36'
o P : ∞P∞	00$\bar{1}$: 100	92° 28'	92° 25' - 92° 30'	6	92° 24'
o P : 2P∞	00$\bar{1}$: 20$\bar{1}$	66° 13' 15"	66° 9' - 66° 14'	6	66° 10' 44"
o P : P∞	00$\bar{1}$: 10$\bar{1}$	47° 18' 25"	47° 10' - 47° 22'	6	47° 14°
2P∞ : ∞P∞	20$\bar{1}$: 100	26° 11'	26° 7' - 26° 14'	6	26° 13' 19"
2P∞ : P∞	20$\bar{1}$: 10$\bar{1}$	18° 54' 10"	18° 50' - 18° 58'	6	18° 56' 41.

Klinodomen

o P : $^2/_3$P∞	023 : 001	30° 24' 15"	30° 21' - 30° 25'	6	30° 22' 41"
o P : P∞	001 : 011	41° 21' 30"	41° 20' - 41° 21'	6	41° 19' 26"

Prismen

∞P : ∞P∞	110 : 100	40° 16' 20"	40° 10' - 40° 24'	6	42° 20'
∞P : ∞P	110 : 1$\bar{1}$0	80° 34' 18"	80° 30' - 80° 48'	6	80° 41'
∞P : oP	110 : 001	88° 11' 53"	88° 9' - 88° 12'	6	88° 10'

Pyramiden

o P : 2P	001 : 221	68° 9' 25"	68° 5' - 68° 15'	6	68° 12'
2P : 2P	221 : 2$\bar{2}$1	73° 51' 35"	73° 48' - 73° 59"	6	73° 56'

Die Kristalle, deren Winkelwerte in der Tabelle I angegeben sind, sind längsgestreckt nach der b-Achse ausgebildet.

In der Orthodomenzone sind — P∞; ∞P∞ ziemlich breit. Dazwischen liegen als fast gleich schmale Flächen die Basis mit den 4 Hemidomen $^1/_5$P∞; P∞; $^3/_2$P∞ und 2P∞. Seitlich werden die Kristalle vom Prisma ∞P be-

grenzt, dessen vordere Kanten durch drei Klinodomen mit schmalen winzigen, glänzenden Flächen abgestumpft werden. Dazu tritt noch die Pyramide 2 P.

Die Kristalle der anderen Ausbildungsweise sind vertikal säulig begrenzt. Die Basis und die zwei Klinodomen sind gleich breit ausgebildet. Vorherrschend ist jedoch das Prisma ∞ P mit der Pyramide 2 P; die Prismenzone zeigt noch als schmale Fläche das Orthopinakoid; dazu treten in der Orthodomenzone zwei verhältnismäßig größer ausgebildete Hemidomen 2 P∞ u. P∞ auf.

Neue Formen fanden sich an den untersuchten Kristallen nicht vor.

Die Elemente wurden berechnet aus:

$$0P : \infty P\infty = (001) : (100) = 87^0\ 36'$$
$$0P : +P\infty = (001) : (\bar{1}01) = 47^0\ 15'$$
$$\infty P : \infty P = (110) : (1\bar{1}0) = 80^0\ 41'$$

mit a : b : c = 0,8506 : 1 : 0,88050

$\beta = 87^0\ 36'$.

Es wurden folgende Formen beobachtet:

0 P	(001)	∞ P∞	(100)
$\pm$ P∞	(101 und $\bar{1}01$)	∞ P	(110)
∞ P∞	(100)	$^2/_3$ P∞	(023)
$^1/_5$ P∞	($\bar{1}05$)	P∞	(011)
$^3/_2$ P∞	($\bar{3}02$)	2 P∞	(021)
2 P∞	($\bar{2}01$)	2 P	(221)

Die Azuritkrystalle sind reines basisches Kupferkarbonat. Verunreinigungen irgend welcher Art fanden sich nicht.

Die quantitative Analyse ergab:

Cu O	=	69,48 %
CO_2	=	24,67 %
H_2O	=	5,53 %
		99,68 %

Das Resultat stimmt mit den in der Literatur bis jetzt veröffentlichten Analysen gut überein.

Wasserhaltige Kupfer-Zink-Karbonate.

Aurichalcit $2\,(Cu\,Zn)\,C\,O_3\,3\,(Cu\,Zn)\,(OH)_2$

fand ich auf einer Stufe, die aus der Sammlung des Herrn Werthmann in Osnabrück stammt. Es sind undeutliche, nadelige, spangrüne, durchscheinende, perlmuttartig glänzende Kriställchen, die in Gruppen und Büscheln vereinigt sind. Ihrem Aussehen und ihrem Verhalten gegen die einfachen Prüfungsmittel nach sind sie als Aurichalcit anzusprechen. Leider war hier nur sehr wenig Material vorhanden, so daß eine quantitative chemische Untersuchung, die in Anbetracht der weiter unten beschriebenen Kupfer-Zink-Karbonate sehr erwünscht gewesen wäre, nicht ausgeführt werden konnte.

Paraurichalcit, ein basisches Kupfer-Zink-Karbonat von der Zusammensetzung: $3\,(Cu\,Zn)\,CO_3\,.\,4\,(Cu\,Zn)\,(OH)_2$.

Auf der Stufe S. 31, bestehend aus kleinen Bruchstücken von rotbraunem Dolomit, die mit weißen Krusten von Zinkspat verkittet und überzogen sind, sind einige prachtvoll ausgebildete, wasserhelle, isoliert auftretende Kristalle von Weißbleierz aufgewachsen. Einzelne von diesen sind von einem grünen Mineral derart eingeschlossen, daß es den Anschein erweckt, als ob sie durch dasselbe hindurchgewachsen wären. Dieses Mineral bildet teils einzelne Halbkugeln, teils traubig-nierenförmige Aggregate von bläulich-grüner Farbe und matter Oberfläche, die allerdings nur auf einen hauchartigen, weißlichen Anflug von Zinkspat zurückzuführen ist. Nach Entfernung desselben tritt ein schöner Fettglanz zu Tage. In ihrem Innern zeigen die Mineralaggregate neben einer strahlig-faserigen Struktur eine konzentrisch-schalige Anordnung.

In seinem ganzen Aufbau und auch in der Farbe erinnert das Mineral an Malachit; eine qualitative Lötrohrprobe ergab jedoch die Anwesenheit von Zink. Diese Zusammensetzung ließ Aurichalcit vermuten. Da jedoch die verhältnismäßig hohe Härte ca. 5 und die Struktur mit denen dieses Minerals nicht übereinstimmten, so erschien eine eingehendere Untersuchung wünschenswert und lohnend.

Es ergab sich, daß es sich um ein dem Aurichalcit ähnliches Mineral handelt, das zwar in seiner qualitativen chemischen Zusammensetzung mit ihm übereinstimmt, in der prozentualen Zusammensetzung seiner Bestandteile jedoch sehr verschieden ist.

Über das Verhalten des Minerals gegen die allgemeinen chemischen Proben sei folgendes erwähnt.

Beim Erhitzen im Kölbchen gibt das Mineral Wasser ab, ohne dabei zu dekrepitieren. Es wird zunächst braun und dann vollständig schwarz. Am Platindraht färbt es die nicht leuchtende Flamme des Bunsenbrenners tiefgrün; in der Boraxperle bildet es heiß ein grünes, kalt ein blaues Gas. Vor dem Lötrohr auf Kohle wird es schwarz, gibt in der Reduktionsflamme einen starken, weißen Zinkbeschlag und wird zu Kupfer reduziert. Mit Soda giebt es ein Kupferkorn. In kalter verdünnter Salzsänre ist das Mineral unter Kohlensäure-Entwicklung leicht und vollständig löslich. Die Lösung ist schwach bläulich gefärbt.

Zur quantitativen Analyse wurde nur unter der Lupe ausgesuchtes Material verwandt; dieselbe ergab:

I.	Cu O	= 47,10 %	II.	=	47,51 %
	Zn O	= 24,49 %		=	24,56 %
	Fe O	= 0,27 %		=	0,31 %
	$C O_2$	= 18,61 %		=	28,15 %
	$H_2 O$	= 10,26 %		=	
		100,73 %			100,53 %

Auf Hundert umgerechnet ohne Berücksichtigung des Eisens:

I.	Cu O	= 46,88 %	II.	=	47,41 %
	Zn O	= 24,38 %		=	24,51 %
	Fe O	= —		=	—
	$C O_2$	= 18,52 %		=	28,08 %
	$H_2 O$	= 10,22 %		=	
		100,00 %			100,00 %

Das Molekularverhältnis wurde aus den Mittelwerten von I und II für Cu O und Zn O berechnet:

Cu O	= 47,30 %	M. V.	= 1,97
Zn O	= 24,52 „		1,00
$C O_2$	= 18,61 „		1,40
$H_2 O$	= 10,26 „		1,89

Das entspricht der Formel:

$$3\,(Cu\,Zn)\,CO_3\,.\,4\,(Cu\,Zn)\,(OH)_2$$

mit dem Verhältnis Cu O : Zn O = 2 : 1.

Berechnet man nach dieser Formel die Zusammensetzung des Minerals so erhält man:

Cu O	=	48,52 %
Zn O	=	24,81 „
$C O_2$	=	17,25 „
$H_2 O$	=	9,42 „
		100,00 %

Der Wassergehalt des Minerals wurde durch Erhitzen einer besonderen Probe im Trockenschrank von 20° zu 20° steigend bestimmt. Bei ca. 200° verlor es allmählig Wasser und Farbe.

Für das spezifische Gewicht wurde als Mittel von fünf Bestimmungen 4,20 bei 17,5° C im Pyknometer gefunden. Die Härte des Minerals ist ca. 5. Der Strich ist matt bläulich-grün. Der Bruch ist uneben bis muschelig. Während die Oberfläche des Minerals glatt und dicht ist, sind die Bruchflächen porös und saugen begierig Wasser an.

Im Dünnschliff zeigt das Mineral starke Doppelbrechung und hohe Interferenzfarben. Irgendwelche Kristallformen lassen sich nicht erkennen. Es ist kryptokristallin und nur eine radialfaserige, concentrisch-schalige Struktur wahrnehmbar. Die Fasern liegen so wirr und dicht, daß es nicht möglich ist, irgend welche optischen Eigenschaften zu bestimmen.

Noch auf einigen anderen Stufen befanden sich Mineralien, die mit dem hier beschriebenen identisch sind. Die Stufen K. 31 und 42 bilden körnige, durch Brauneisen gefärbte, mit Calcit und Zinkspat verkittete Quarzaggregate, die an ihrer Oberfläche mit einer bis ein Millimeter dicken Schicht

kristallisierten Quarzes überzogen sind. Auf den Quarzkriställchen haben sich größere, verzwillingte, milchig trübe und löcherige und auch kleinere, wasserklare Weißbleierzkristalle, nebst nicht grade selten auftretenden, winzigen und undurchsichtigen Zinkspatrhomboëderchen mit abgerundeten Ecken und Kanten und rauhen Flächen angesiedelt. Auf diesen Zinkkarbonatkriställchen sitzen kleine bläulich-grüne, durchscheinende, mattglänzende Kügelchen von 1—1½ mm Größe. Sie lassen sich leicht von dem anhaftenden Zinkspat befreien und zeigen dann an glänzenden Flächen deutlich die Abdrücke der Rhomboëderformen des Zinkkarbonates.

Irgendwelche Struktur läßt sich an dem Mineral nicht erkennen und es erscheint unter der Lupe homogen.

Gegen die allgemein chemischen Proben verhält es sich ebenso wie S. 31.

Die quantitative Analyse ergab:

Cu O	= 47,38	%
Zn O	= 23,05	„
Fe O	= 0,21	„
$C O_2$	= 19,17	„
$H_2 O$	= 10,41	„
	100,22	%

Die Härte beträgt etwa 4—5, das spezifische Gewicht 4,18 bei 17° C.

In anderer Form fand sich das Mineral auf der Stufe K. 3, wo es als hellblauer, mehlartiger oder erdiger Anflug in bis ½ mm dicken Schichten große Pseudomorphosen von Malachit nach Azurit überzieht. Dasselbe Verhalten wie die obenerwähnten Mineralien gegen die allgemeinen chemischen Proben zeigend, ließ es doch eine quantitative Analyse wünschenswert erscheinen, die folgendes Ergebnis hatte:

Cu O	= 47,10	%	
Zn O	= 24,35	„	
Fe O	= 0,12	„	
$C O_2$ + $H_2 O$	= 28,20	„	als Glühverlust.
	99,77	%	

Leider mußte ich mich mit einer Einwage von ca. 0,15 gr begnügen und die Kohlensäure und das Wasser als Glühverlust bestimmen.

Das Mineral tritt sonach in zwei Varietäten auf, einmal als kristalline Aggregate und als erdiger Anflug. Vielleicht finden sich noch unter dem später geförderten Material aus den Tsumebgruben Stufen, die auch Kristalle dieses Minerals aufzuweisen haben.

Paraurichalcit von der Zusammensetzung:

$$4\,(Cu\,Zn)\,C\,O_3\,.\,5\,(Cu\,Zn)\,(OH)_2.$$

K. 37. Auf einem Stück löcherigen Sandsteins, der durch Brauneisen stark gefärbt ist, befinden sich halbkugelige, nieren- und trauben-förmige Mineralaggregate von bläulich-grüner Farbe und mattglänzender Oberfläche. Sie erinnern zunächst an Malachit. Im Innern zeigen die Gebilde eine eigenartige Zusammensetzung. Der Kern der Aggregate hat eine radialfaserige Struktur und ist von tiefgrüner Farbe. Zweifelsohne handelt es sich um Malachit. Der Kern aber ist von einer 2—3 mm dicken Schicht eines bläulich-grünen, hellblau durchscheinenden Minerals überzogen, das teils strukturlos, teils auch concentrisch-schalig angeordnet erscheint. Der tiefgrüne Kern löst sich unter Entwicklung von CO_2 in kalter verdünnter Schwefelsäure vollständig, und es läßt sich in der blauen Lösung nur Kupfer nachweisen. Auch die dünne Rinde löst sich vollständig unter Kohlensäure-Entwicklung in verdünnter Salzsäure, jedoch findet sich außer Kupfer noch Zink in der Lösung. Phosphorsäure und Arsen sind nicht in der Lösung nachzuweisen.

Im Kölbchen erhitzt gibt das Mineral Wasser ab, verliert seine Farbe und wird schwarz. Vor dem Lötrohr auf Kohle wird es unter Bildung eines starken Zinkbeschlages zu Kupfer reduziert. Dem ganzen Verhalten nach ist das Mineral also mit Aurichalcit bezw. den oben beschriebenen Kupferzinkkarbonat identisch, jedoch erschien es wünschenswert, auch von ihm eine quantitative Analyse vorzunehmen. Das sorgfältig unter der stereoscopischen Lupe ausgesuchte Material, das sich von dem tiefgrünen Malachitbröckchen deutlich abhob, zeigte folgende Zusammensetzung:

I.	Cu O =	43,58 %	II. =	43,92 %
	Zn O =	28,22 „	=	28,08 „
	Fe O =	Spur	=	0,13 „
	$C O_2$ =	18,42 „	=	28,17 „
	$H_2 O$ =	9,53 „		
		99,75 %		100,30 %

Der Wassergehalt wurde an einer besonderen Probe mit 9,53 % beim Erwärmen im Trockenschrank gefunden. Das Mineral verlor bei ca. 200° Wasser und Farbe.

Das Molekularverhältnis wurde aus den Mittelwerten für Cu O und Zn O aus Analyse I und II berechnet mit:

Cu O =	43,75 %	M. V. =	1,589
Zn O =	28,15 „		1,000
$C O_2$ =	18,42 „		1.210
H_2O =	9,53 „		1,529

welches der Formel entspricht:

$$4\,(Cu\,Zn)\,C\,O_3\,.\,5\,(Cu\,Zn)\,(OH)_2$$

mit dem Verhältnis Zn O : Cu O = 2 : 3.

Nach dieser Formel berechnet, käme dem Mineral folgende Zusammensetzung zu:

Cu O =	43,55 %
Zn O =	29,66 „
$C O_2$ =	17,65 „
$H_2 O$ =	9,14 „
	100,00 %

Das spezifische Gewicht wurde im Pyknometer mit 4,137 bei 15° C. gefunden. Die Härte liegt etwa bei 4. Der Strich ist blaß-bläulich, ein feines bläuliches Mehl abgebend.

Im Dünnschliff zeigt das Mineral dasselbe Verhalten wie S. 31. Irgendwelche optischen Eigenschaften lassen sich nicht bestimmen.

Noch auf verschiedenen anderen Stufen fand sich das Mineral vor. Auf K. 5 bildet es bis 2 mm dicke Krusten auf großen Pseudomorphosen von Malachit nach Azurit.

Auf den Stufen K. 27 u. 28 bildet es einen 1—2 mm dicken, körnigen, dunkler erscheinenden Überzug auf nierig-traubenförmig ausgebildeten, zinkhaltigen Olivenitaggregaten. Das Mineral ist mit dem Olivenit ziemlich fest verwachsen und erinnert mehr an das unter S. 31 beschriebene Zinkkupferkarbonat.

Die quantitative Analyse ergab jedoch folgende Zusammensetzung:

Cu O	=	44,48 %
Zn O	=	29,15 „
CO_2 | H_2O	=	25,69 „
		99,32 %

welche der für K. 37 aus der Formel berechneten ziemlich nahe kommt.

Cuprozinkit, ein basisches Kupferzink-Karbonat; von der Zusammensetzung: (Zn Cu) CO_3 . (Zn Cu) $(HO)_2$.

Die vorliegende Stufe K. 46 besteht aus einem derben, knolligen, durch Kupfer grün gefärbten Zinkspat.

Nach Dr. H. Schneiderhöhn[1]) „stammt das Stück von der 3. Abbausohle (zwischen — 50 u. — 54 m), Westerzkörper, Nähe der Liegendzone.

Dort durchtrümert descendent zementierter Kupferglanz den liegenden Dolomit. Die sauren Wässer der Oxydationszone lösten die unvererzten Dolomitstücke heraus, sodaß ein Netzwerk von Kupferglanz und Quarzadern stehen blieb. (Kupferglanz = Innerstes des vorliegenden Stückes). In den entstandenen Hohlräumen siedelten sich viele Generationen oxydierter Erze und Gangarten an: hier Kalkspat-Zinkspat-Hydrozinkit-„Cuprozinkit". Letzteres Mineral ist in dieser Zone sehr häufig."

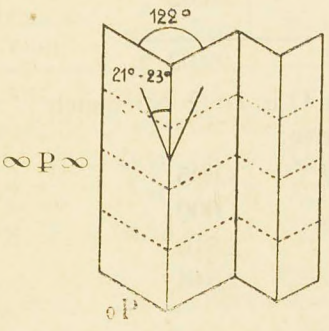
Die Oberfläche der Stufe, die deutlich die Rhomboëderformen von Zinkkarbonat erkennen läßt, ist mit einer sehr dünnen, krustenförmigen Schicht von weißem Zinkspat überzogen, der teils eine kreideartig erdige, teils seidenartig glänzende Beschaffenheit zeigt.

[1]) Dr. H. Schneiderhöhn, Frankfurt: Briefliche Mitteilungen.

Auf diesem haben sich kleine grüne Kügelchen von Senfkorn- bis Erbsen-Größe angesiedelt, die ihrem ganzen Aussehen nach dem Malachit anzugehören scheinen. Sie haben eine radialstrahlige Struktur. Die einzelnen, sehr feinen Strahlen treten etwas aus der Oberfläche heraus, so daß diese rauh erscheint.

Die Lötrohrprobe ergab neben Wasser und Kupfer noch Zink.

Ein bestimmtes Kristallsystem ist u. d. M. auch bei starker Vergrößerung nicht zu beobachten. Dagegen erhält man bei vorsichtigem Zerdrücken zwischen zwei Objektträgern feine Spaltungsblättchen, die häufig Zwillingsbildung erkennen lassen, indem entweder einfache, schwalbenschwanzähnliche Verwachsungen auftreten, oder polisynthetische Verzwillingungen durch Wiederholung dieser Verwachsung.



Vermutlich gehören diese Individuen dem monoklinen Kristallsystem an, wobei angenommen wird, daß die Spaltbarkeit parallel dem Klinopinakoide verläuft und die Zwillingsebene eine auf dieser senkrechte ist, die als ∞ P ∞ (100) bezeichnet werden kann. Die Blättchen zeigen eine zweite Spaltbarkeit, die auf ∞ P ∞ (010) senkrecht steht, zahlreiche scharf verlaufende Sprünge verursacht und auch die Endbegrenzung bildet. Die Ebene dieser Spaltbarkeit soll als o P (001) aufgefaßt werden und es bilden dann die an der Zwillingsebene zusammentreffenden Basisflächen je zweier Individuen einen einspringenden Winkel von ca. 122^0, so daß also der Winkel $\beta = 61^0$ betragen würde.

Weitere kristallographische Bestimmungen ließen sich nicht ausführen.

Bezüglich des optischen Verhältnisses ist folgendes zu bemerken: Die Lage der Hauptschwingungsrichtung des Lichtes in der Symmetrieebene ergibt sich aus der Auslöschungsschiefe gegen die Zwillingsgrenze, die zu ca. 21^0—23^0 bestimmt wurde.

Die Farbe der durchsichtigen Blättchen ist schwach

grünlich; Pleochroismus wurde nicht beobachtet. Die Licht- und Doppelbrechung ist sehr hoch und unter gekreuzten Nicols zeigen die Blättchen sehr lebhaft bunte Interferenzfarben.

Von der Voraussetzung ausgehend, daß es sich hier um eines von den bereits beschriebenen Kupfer-Zink-Karbonaten mit anderer äußerer Beschaffenheit handelt, wurde eine quantitative Prüfung vorgenommen. Die Mineralaggregate lassen sich leicht von den weißen Zinkkarbonatkrusten abtrennen und säubern.

Die Zusammensetzung des Minerals erwies sich als folgende:

I.	CuO	= 58,58 %	II. =	58,43 %
	ZnO	= 12.71 „	=	13,27 „
	FeO	= 0,85 „	=	0,21 „
	CO_2	= 19,74 „	=	28,02 „
	H_2O	= 7,61 „	=	
		99,49 %		99,93 %

Das aus den Mittelwerten von CuO u. ZnO berechnete Molekularverhältnis ergab folgende Werte:

CuO	= 58,50 %	M. V.	4,605
ZnO	= 12,99 „		1,000
CO_2	= 19,74 „		2,810
H_2O	= 7,61 „		2,646

Das entspricht der Formel:

$$18\,CuO \,.\, 4\,ZnO \,.\, 11\,CO_2 \,.\, 11\,H_2O \text{ oder}$$

$$11\,(Cu\,Zn)\,CO_3 \,.\, 11\,(Cu\,Zn)\,(OH)_2 \text{ oder einfacher}$$

$$(Cu\,Zn)\,CO_3 \,.\, (Cu\,Zn)\,(OH)_2$$

mit dem Verhältnis $CuO : ZnO = 9 : 2$.

Nach der Formel berechnet würde die Zusammensetzung sein:

CuO	= 58,70 %
ZnO	= 13,34 „
CO_2	= 19,84 „
H_2O	= 8,12 „
	100,00 %

Gegen die allgemeinen chemischen Proben verhält sich das Mineral genau wie die oben beschriebenen.

Das spezifische Gewicht wurde mit 4,104 bei 14° C. im Pyknometer gefunden. Die Härte ist etwas über 3, der Strich blaß bläulich-grün.

Im Trockenschrank verlor das Mineral bei etwa 200° C. Wasser und Farbe.

Da somit hier ein krystallographisch und chemisch bestimmt charakterisiertes Mineral vorliegt, das nicht mehr als Aurichalcit bezeichnet werden kann, habe ich für dasselbe seiner chemischen Zusammensetzung entsprechend, den Namen **Cuprozinkit** gewählt.

Im Folgenden habe ich die drei beschriebenen Mineralien zusammengestellt und mit dem Aurichalcit, dem einzigen bis jetzt bekannten Mineral von ähnlicher Zusammensetzung verglichen.

Tabelle I.

Bezeichnung	Cu O	Zn O	Fe O	CO_2	H_2O	Cu : Zn	spez. Gew.
Auri-	32,5	42,5	—	27,5		2 : 5	2,9 bis
chalcit	20,88	52.18	—	16,50	9,91		3,6
K. 37.	43,58	28,22	Spur	18,42	9,53	3 : 2	4,137
S. 31.	47,10	24,49	0,27	18,61	10,26	2 : 1	4,201
K. 46.	58,58	12,71	0,85	19,74	7,61	9 : 2	4.104

In der Tabelle I sind die Analysenresultate zusammengestellt. Die Analysen des Aurichalcites sind dem Handbuch der Mineralchemie von Doelter[1]) entnommen. Sie weisen schon in ihrem Cu- u. Zn-Gehalt große Differenzen auf. Mit 32,5 % erreicht der Aurichalcit seinen höchsten Kupferwert, die hier beschriebenen Mineralien ihren niedrigsten mit 43,58 % und ihren höchsten mit 58,58 %.

Kalk war in den von mir untersuchten Karbonaten nicht anwesend. Messingblüfhe weist verschiedentlich einen nicht unbedeutenden Kalkgehalt auf. Es ist nach Doelter[2]) noch nicht einmal sichergestellt, ob er nur als Verunreinigung zugegen ist, oder der chemischen Verbindung angehört.

Mit zunehmendem Kupfergehalt ist ein Abnehmen des Zinkgehaltes verknüpft, ein Zeichen, daß zwischen dem Cu- und Zn ein enger Zusammenhang besteht.

[1/2]) Doelter, I. pag. 474 ff.

Tabelle II.

Zusammensetzung der Mineralien auf Grund ihrer Formel berechnet:

Bezeichnung	Cu O	Zn O	CO_2	H_2O
Aurichalcit	20,79	53,20	16,11	9,90
K. 37	43,55	29,66	17,65	9,14
S. 31	48,52	24,81	17,25	9,41
K. 46	58,70	13,34	19,84	8,12

Hinsichtlich ihrer Formel zeigen K. 37 und S. 31 mit dem Aurichalcit große Ähnlichkeit.

O. S. Penfield und G. d'Achiardi nehmen für ihn die Formel an[1]):

$2\ R\,CO_3\ .\ 3\ R(OH)_2$ Zn : Cu = 5 : 2

ganz analog gestalten sich die Formeln für S. 31 u. K. 37.

S. 31 = $3\ R\,CO_3\ .\ 4\ R\ (OH)_2$ Zn : Cu = 1 : 2

K. 37 = $4\ R\,CO_3\ .\ 5\ R\ (OH)_2$ Zn : Cu = 2 : 3.

Die beiden Mineralien lassen sich mit dem Aurichalcit zusammen als Glieder einer isomorphen Reihe auffassen, deren Endglieder Malachit und Hydrozinkit sind. Dafür spricht auch die Tatsache, daß bei einer graphischen Darstellung die 3 Mineralien auf einer Graden mit den Endgliedern liegen. (Figur 1 Seite 35)

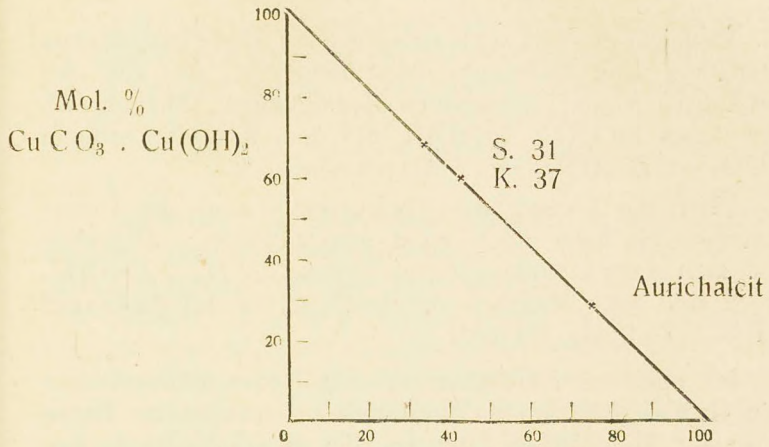
Nach H. Schneiderhöhn[2]): „scheinen alle Mischungsglieder zwischen reinem Malachit und reinem Hydrozinkit auftreten zu können, wobei von einem bestimmten Cu-Gehalt an anscheinend nie mehr ein richtiges Gel auftritt, sondern stets faserig-kristallinische Massen vorhanden sind."

Ich möchte vorschlagen, die Mineralien wegen ihrer Ähnlichkeit mit dem Aurichalcit, **Paraurichalcit** zu nennen.

Über das Kristallsystem, in dem Hydrozinkit kristallisiert, ist bis jetzt noch nichts Genaues bekannt, da er in den meisten Fällen als Gel oder in kryptokristallinen Bildungen vorkommt. Von der Annahme ausgehend, daß die Glieder einer isomorphen Reihe in der Mehrzahl der Fälle in demselben Kristallsystem kristallisieren, könnte man, wenn

[1]) Doelter I pag. 474

[2]) Dr. H. Schneiderhöhn, Briefliche Mitteilungen.



auch nicht mit Bestimmtheit schließen, daß auch der Hydrozinkit, ebenso wie Malachit und Aurichalcit monoklin sein muß.

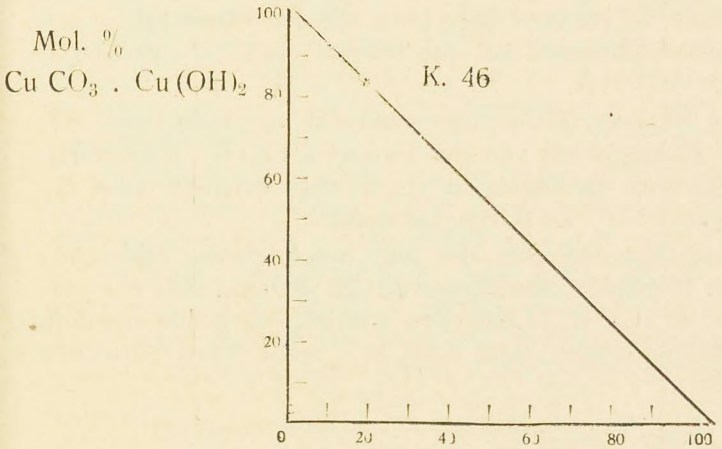
Während sich die eben beschriebenen Mineralien von dem basischen Zinkkarbonat Zn C O_3 . 2 Zn $(OH)_2$ ableiten lassen, wäre K. 46, das in seiner Formel dem Malachit analog zusammengesetzt ist:

R C O_3 . R $(OH)_2$

von einem basischen Zinkkarbonat von der Formel:

Zn C O_3 . Zn $(OH)_2$

abzuleiten, welches in den Malachit eingewandert ist; und zwar kommen auf 9 Mol. Cu C O_3 . Cu $(OH)_2$
2 Mol. Zn C O_3 . Zn $(OH)_2$.



Vielleicht existiert auch entsprechend dieser graphischen Darstellung eine isomorphe Mischungsreihe, die von den physikalischen und chemischen Bedingungen abhängig ist, unter denen $ZnCO_3 . Zn(OH)_2$ vor dem basisch. Karbonat $ZnCO_3 . 2 Zn(OH)_2$ das vorherrschende ist.

Über die Formel des Hydrozinkits sind die Untersuchungen bis heute noch nicht abgeschlossen. Allgemein findet man in der Literatur die vom Typus $ZnCO_3 . 2 Zn(OH)_2$, jedoch sind auch Analysen veröffentlicht, die auf die Formel $ZnCO_3 . Zn(OH)_2$ führen[1]).

Ich hatte auch Gelegenheit, einen Hydrozinkit auf einer Stufe Galmei unbekannten Fundortes zu analysieren. Es ist ein weißer. kreideartiger Überzug, der in schaligen, dünnen Krusten teils auch als Ausblühung in feinen, mikroskopisch kleinen Nädelchen die Stufe überzieht. Auffallend ist der außerordentlich hohe Kieselsäure-Gehalt, der auf den Umstand zurückzuführen ist, daß die Zinkblüthe-Krusten von feinen Kieselsäureskeletten durchzogen sind. Das Analysenresultat war folgendes:

I.			II.		M. V.
SiO_2	= 10,40 %				
ZnO	= 65,53 %		ZnO	= 73,14 %	2,07
CO_2	= 17,09 %		CO_2	= 19,07 %	1,00
H_2O	= 6,98 %	als Rest	H_2O	= 7,79 %	1,00
	100,00 %			100,00 %	

In II sind die Werte für ZnO, CO_2 und H_2O ohne Kieselsäure auf Hundert berechnet, die nach Berechnung des Molekularverhältnisses auf die Formel $ZnCO_3 . Zn(OH)_2$ führen.

Es ist somit nicht ausgeschlossen, daß neben dem basischen Zinkkarbonat von der Formel $ZnCO_3 . 2 Zn(OH)_2$ unter gewissen Bedingungen ein solches existiert, dem die Formel $ZnCO_3 . Zn(OH)_2$ zukommt.

Von dem Auftreten der hier beschriebenen Mineralien ist noch folgendes bemerkenswert: K. 46 fand sich nur einmal vor; S. 31 u. K. 37 hingegen wurden, wie schon erwähnt, auf mehreren Stufen und auch in verschiedenen Varietäten gefunden.

[1]) Doelter I, pag. 454.

Über die Enstehungsweise läßt sich sagen, daß es sich im wesentlichen wohl nur um Umwandlungsprodukte des Malachits handelt, der ein besonders charakteristisches Mineral dieser Lagerstätte ist. Zum Teil beherbergen die Mi ralien noch in ihrem Innern einen Kern von reinem Malach (K 37 und K. 5.)

Nach Dr. H Schneiderhöhn stammen in der Hauptsache alle die hier unt suchten Stufen aus dem Osterzkörper[1]). „Die blaugrünen Massen sind zunächst Pseudomorphosen von Malachit nach Kupferlasur. Dieser wurde dann durch Zn-Lösungen succesive durch immer reineren Hydrozinkit pseudomorph verdrängt. Meist geschahen diese Verdrängungen rythmisch, so daß parallel der äußeren Umgrenzung viele schmale Zonen sich einander parallel folgen". (Siehe auch vorliegende Stufe 37).

Schneiderhöhn bezeichnet diese Massen als: „heterogene, unvollendete Pseudomorphosen, die in den verschiedensten Stadien stehen von völliger bis fast unmerklicher Verdrängung."

Die auf (S. 29 u. 30 o.) erwähnten grünen Überzüge auf zinkhaltigem Olivenit fand ich auf mehreren Stufen, sie sind nach Schn. in den Tsumebminen sehr häufig vertreten. Die chemische Zusammensetzung erwies sich als ziemlich konstant [1]). „Der Farbe nach zu urteilen, scheint die Zusammensetzung eine ziemlich konstante zu sein, auch konnte ich an besser ausgebildeten kristallisiertem Material (als vorliegende Stufen) deutliche Kristalle (Rhomboëder) feststellen".

Ebenso wie K. 37, das infolge seines schaligen Aufbaues nicht durch und durch homogen zu sein scheint, so fügen sich die Überzüge K. 27, 28, die in ihrer chemischen Zusammensetzung, mit K. 37 übereinstimmen, gut in die Aurichalcitreihe ein.

Vielleicht auch stellen sie ein neues Mineral dar, was bei der Rhomboëderform der von Schn. gefundenen Kristalle nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen wäre.

Für die Mineralien S. 31 und K. 27; 28; 37; möchte ich Paraurichalcit, für K. 46 jedoch wegen seiner stark abweichenden Zusammensetzung und wohl kristallisierten, monokl. Form den Namen: „Cupro-Zinkit" vorschlagen.

---

[1]) Dr. H. Schneiderhöhn, Briefliche Mitteilungen.

III. Sulfate.

α. Brochantit $CuSO_4 . 3 Cu(OH)_2$

war nicht gerade selten auf den untersuchten Stufen vorhanden. Die meistens gut ausgebildeten Kristalle finden sich vorwiegend auf Malachit- und Azurit-haltigen Stufen.

Besonders zahlreich waren sie auf S. 23, 19 und K. 15 vertreten. Sie haben durchschnittlich die Grösse eines Getreidekorns, sind vertikal säulig begrenzt, und lassen schon mit unbewaffnetem Auge die Kristallformen deutlich erkennen. Die Flächen der Prismenzone sind vertikal, die der Domenzone brachydiagonal gestreift. Ausserdem sind die Domenflächen so löcherig und uneben, daß sich bei keinem der gemessenen Kristalle ein befriedigendes Signalbild erzeugen ließ und man sich durchgehends mit der Einstellung auf das Maximum der Helligkeit begnügen mußte. Immerhin wurden noch ziemlich gute Winkelwerte gefunden, die mit den Messungen an Brochantiten anderer Fundstellen gute Übereinstimmung zeigen.

Gemessen wurden 10 Kristalle. Da sie alle den gleichen Habitus zeigen, sind die Mittelwerte sämtlicher Messungen in folgender Tabelle wiedergegeben:

Naumann	Miller	Gemessen	Grenzwerte	Messungen	Berechnet
$P\overline{\infty} : P\infty$	101 : $\bar{1}01$	64° 20′ 15″	64° 12′ - 64° 32′	38	64° 22′ 26″
$P\overline{\infty} : 3P\overline{\infty}$	101 : 301	29° 53′ 30″	29° 46′ - 29° 58′	30	29° 54′ 30″
$\infty P : \infty P$	110 : $1\bar{1}0$	75° 26′ 12″	75° 23′ - 75° 31′	30	75° 28′ 18″
$\infty P : \infty P^4/_3$	110 : 430	6° 21′ 30″	6° 18′ - 6° 23′	28	6° 21′ 58″
$\infty P : \infty P\breve{2}$	110 : 210	19° 21′ 22″	19° 16′ - 19° 28′	28	19° 23′ 54″
$\infty P\breve{2} : \infty P\breve{\infty}$	210 : 010	32° 50′ 35″	32° 48′ - 32° 58′	28	32° 51′ 04′,

Die Elemente wurden berechnet aus:

$P\overline{\infty} : 3P\overline{\infty} = 29° 53′ 30″$

$\infty P : \infty P = 75° 26′ 12″$

$a : b : c = 0{,}7734 : 1 : 0{,}4868.$

Dana [1]) gibt für Brochantit an:

$a : b : c = 0{,}7739 : 1 : 0{,}4871.$

[1]) Dana, pag 925.

Die Ungenauigkeit der berechneten Elemente ist auf die schlechte Beschaffenheit der Kristallflächen zurückzuführen.

Chemisch erwiesen sich die Kristalle als reines basisches Kupfersulfat von der Zusammensetzung:

CuO	=	70,26 %
FeO	=	Spur
SO_2	=	18,32 %
H_2O	=	11,03 %
		99,61 %

Werte, die mit den Angaben von Dana gute Uebereinstimmung zeigen.

IV. Arseniate.

a) Wasserfreie chlorhaltige Arseniate.

2. Mimetesit $ClPb_5(AsO_4)_3$

war auf den vorliegenden Stufen sehr oft zu finden. Weniger in traubigen, nierigen Formen und erdigen Varietäten ausgebildet, trat er in der Hauptsache kristallisiert auf. Die Kristalle sind durchweg säulig begrenzt. Selten einzeln aufgewachsen, fanden sie sich meist zu Drusen, rosetten-, knospen- und wulstartigen Gruppen vereinigt.

Die Größe der Individuen schwankt zwischen $\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ cm.

Die großen Kristallgruppen sind undurchsichtig, trübe, von weißlicher Farbe, mit löcherigen Flächen, teils mit einem grünen Anflug bedeckt, teils von Massikot und Plattnerit überzogen bezw. an der Oberfläche in sie übergegangen, Umstände, die auf beginnende Umwandlung deuten. Die kleinen Kristallindividuen hingegen sind von honig- bis wachsgelber Farbe, durchsichtig und zeigen lebhaften Diamantglanz.

Die Prismenflächen sind glatt und glänzend und geben auf dem Goniometer ausgezeichnete Signale. Die Pyramidenflächen sind weniger glatt, meist uneben und löcherig, liefern aber immerhin noch befriedigende Signalbilder. Die Basis dagegen ist rauh wie Mattglas, gewölbt und teilweise angeäzt, so daß man in den meisten Fällen nicht einmal eine Aufhellung des Gesichtsfeldes erhielt:

An Formen fanden sich nur
die Basis OP (0001)
das Prisma ∞P ($10\bar{1}0$)
und die Pyramide P. ($10\bar{1}1$)

Beifolgende Tabelle gibt die gefundenen Winkelwerte wieder:

Naumann	Miller	Gemessen	Grenzwerte	Messungen	Berechnet
P : P	$10\bar{1}1 : 10\bar{1}1$	37° 20' 15"	37° 15' - 37° 24'	4	37° 21'
∞P : ∞P	$10\bar{1}0 : 10\bar{1}0$	60°	60°	4	60°
∞P : P	$10\bar{1}0 : 10\bar{1}1$	50° 12' 28"	50° 8' - 50° 11'	4	50° 10'
o P : P	$0001 : 10\bar{1}1$	—	—	4	39° 50'

Da die Beschaffenheit der Flächen sich nicht zur Berechnung eines brauchbaren Achsenverhältnisses eignet, habe ich das von Dana [1]) angegebene zugrunde gelegt.

$$a : c = 0{,}7224 : 1$$

Quatitative Analysen führte ich von zwei verschiedenen Stufen aus. Einmal verwandte ich rein abgepflückte Kristalle von den Stufen K. 30 und 33, das andere Mal ausgesuchtes Material von nierig-traubigen Aggregaten und honiggelber Farbe von Stufe K. 9, die mit einem bräunlichen, bröckeligen, dünnen Überzug bedeckt war.

I.

PbO	= 66,77	%
CaO	= 2,81	„
As_2O_5	= 25,99	„
P_2O_5	= 1,93	„
Cl	= 2,32	„
	99,82	%

Es handelt sich hier also um einen kalkhaltigen Mimetesit, den man in der Literatur auch mit Hedyphan bezeichnet. Vielleicht handelt es sich auch um isomorphe Beimengungen von Apatit.

Die derbe Varietät zeigte folgende Zusammensetzung:

---

[1]) Dana, pag. 771.

PbO	=	70,96 %
FeO	=	0,81 „
P_2O_5	=	0,57 „
As_2O_5	=	23,87 „
Cl	=	2,73 „
		98,94 %

Beide Analysen zeigen mit den bis jetzt veröffentlichten gute Übereinstimmung [1]).

b. Wasserhaltige chlorfreie Arseniate.

α. Olivenit, $Cu_3As_2O_8Cu(OH)_2$

fand sich auf den Stufen S. 18, K. 27 und K. 29. Diese zeigen eine ganz verschiedenartige Zusammensetzung:

Zunächst beobachtet man schwärzlich olivengrüne, dichte Massen, die teilweise radialfaserige, halbkugelige Aggregate bilden und von gelben bis grünen Adern durchzogen sind.

In den Hohlräumen dieser Massen finden sich Krusten schwärzlich-olivengrüner, rhombischer Kriställchen bis 2 mm Größe. Sie sind vertikal säulig begrenzt und lassen mit bloßem Auge die Kristallformen deutlich erkennen. Die Kristallflächen der Prismenzone sind vertikal gestreift, gebogen und uneben, die Domenflächen löcherig und rauh, so daß sich bei keinem der Kristalle gute Signalbilder erzeugen ließen. Immerhin genügten die gemessenen Winkelwerte noch, um die Kriställchen mit Olivenit zu identifizieren.

Gemessen wurden 10 Kristalle, die von den oben angeführten Stufen stammen.

Die Kristalle sind sehr flächenarm. In der Hauptsache tritt das Prisma ∞P (110) und das Brachydoma $P\breve{\infty}$ (011) auf, dazu kommen das Makropinakoid nnd ein weiteres Brachydoma, das aber auf dem Goniometer überhaupt keine Signalbilder gab.

Die Winkelwerte sämtlicher Messungen sind in beifolgender Tabelle angegeben.

[1]) Doelter III, pag 701 ff.

Naumann	Miller	Gemessen	Grenzwerte	Messungen	Berechnet
$\infty P : \infty P$	$110 : 1\bar{1}0$	$86^0\ 25'$	$86^0\ 19' - 86^0\ 30'$	20	$86^0\ 26'$
$\breve{\infty}P : \breve{\infty}P\breve{\infty}$	$110 : 100$	$43^0\ 13'\ 20''$	$43^0\ 9' - 43^0\ 17'$	20	$43^0\ 13'$
$P\breve{\infty} : P\breve{\infty}$	$011 : 0\bar{1}1$	$67^0\ 48'\ 16''$	$67^0\ 39' - 67^0\ 58'$	20	$67^0\ 51'$

Die Elemente wurden berechnet aus:

$\infty P : \infty P$ für a mit: 0,93934

$P\breve{\infty} : P\breve{\infty}$ für c mit: 0,67239.

Dana[1]) gibt als Achsenverhältnis an:

a : b : c = 0,9396 : 1 : 0,6726.

Die gefundenen Werte stimmen mit den in der Literatur angegebenen gut überein. wenn man die schlechte Beschaffenheit der Kristallflächen mit in Betracht zieht.

Chemisch erwiesen sich die Kristalle als reines basisches Kupferarseniat. Eine quantitative Analyse der olivengrünen, radialfaserigen. kugeligen Massen ergab:

Cu O	=	52,67 %	
Fe O	=	2,78 %	
$As_2 O_5$	=	39,76 %	
$H^2 O$	=	4,09 %	als Glühverlust
		99,30 %	

eine Zusammensetzung, die ganz gut mit den von Doelter[2]) angegebenen Werten übereinstimmt.

Die nierenförmigen, kugeligen Aggregate des Olivenits der Stufen K. 27 u. 29 sind von einem bläulich-grünen Mineral in ungefähr 1 mm dicken Schichten überzogen. Es handelt sich um das bereits oben beschriebene Kupferzinkkarbonat von der Formel: $4\,R\,CO_3\ .\ 5\,R(OH)_2$ worin R = (Zn Cu).

Dichte, resedengrüne Mineralaggregate, die den derben schwärzlich-grünen Olivenit durchziehen, erwiesen sich als ein solcher mit geringem Zinkgehalt 2—4 %.

Basische Blei-Kupfer-Arseniate.

Besonders ins Auge fallend sind bei den untersuchten Stufen die von hellgelb über hellgrün bis dunkelgrün alle

[1]) Dana, pag. 784.

[2]) Doelter, III pag. 681.

Farbentöne zeigenden Mineralaggregate. Dort wo vorwiegend Mimetesit und Weißbleierz auftreten, sind sie als unausbleibliche Begleiter zu finden. Ebenso wie in ihrer Färbung zeigen sie mannigfache Verschiedenheiten in Struktur und Auftreten. Teils erscheinen sie, namentlich die helleren Varietäten, in drusigen, schwammartigen, bröckeligen Massen, auch finden sie sich als dünner, erdiger Anflug und als feinkristalline Überzüge über Cerussit- und Mimetesit-Kristallen. Oft ist der Mineralkern ausgelaugt, und es bleiben hohle Gebilde mit äußerst dünnen Wänden zurück, die noch deutlich die Kristallformen der eingeschlossen gewesenen Mineralien erkennen lassen. Die dunkelgrün gefärbten Mineralien hinwiederum sind dicht, fest, von ziemlicher Härte, und meistenteils an der Oberfläche von feinen, spröden, kristallinen Schichten derselben Zusammensetzung überzogen.

Die hier beschriebenen Mineralien scheinen mit den von P. Krusch [1]) genannten „grasgrünen bis olivenfarbigen, schwammigen Massen" identisch zu sein, „die neben dem Kupfergehalt oft einen nennenswerten Bleigehalt und neben dem Arsen oft merkliche Mengen Antimon aufweisen."

Im folgenden habe ich die Ergebnisse der Untersuchungen der einzelnen Arten zusammengestellt und ihre Eigenarten näher beschrieben. Sie alle zeigen im wesentlichen dieselbe chemische Zusammensetzung, die aus Blei, Kupfer, Arsen und Wasser besteht.

Von ihrem Verhalten gegen die allgemeinen chemischen Proben sei zusammenfassend folgendes erwähnt:

Beim Erhitzen im Röhrchen dekrepitiert das Mineral und verliert Wasser unter Entfärbung. Die Borax- u. Phosphorsalzperle wird in der Hitze grün, in der Kälte blau gefärbt. Am Platindraht in die nicht leuchtende Bunsenflamme gebracht, färbt es diese anfangs tief grün, dann bläulich weiß. Vor dem Lötrohr auf Kohle zerknistert es und wird schwarz. Nach längerem, vorsichtigem Behandeln bildet sich zunächst ein schwarzes, glänzendes, sprödes Korn, das im Mörser zerstoßen ein graues Pulver gibt, welches sich in heißer conc. HNO_3 nur langsam mit gelbgrüner Farbe löst. Nach weiterem Glühen bläht sich das schwarzglänzende Korn in der Reduktionsflamme auf und verzischt unter starker As_2O_3-

[1]) P. Krusch, Zeitschr. f. prakt. Geologie 1911, pag. 240.

Entwicklung, kleine glänzende, duktile Metallkörner (Pb) in einer zusammengesinterten Masse von Cu O zurücklassend. Mit Soda auf der Kohle behandelt gibt es ebenfalls den typischen Arsengeruch und bildet ein glänzendes, duktiles Bleikupferkorn, einen weißen Beschlag am Rande der Kohle hinterlassend.

Beim Behandeln der Substanz mit verdünnter Salzsäure löst sich schon in der Kälte ein Teil mit grüner Farbe. Es geht zuerst ein Kupferarseniat in Lösung, da sich in dieser Cu und As gut nachweisen lassen. Das Mineral selbst entfärbt sich, wird gelblich weiß und löst sich erst vollständig beim längeren Erwärmen auf dem Wasserbade. Beim Erkalten scheiden sich die charakteristischen $PbCl_2$-Nädelchen ab. Im HNO_3 ist das Mineral vollständig löslich. Beim Erhitzen im Trockenschrank verlor es bei ca. 200° C. Wasser und Farbe.

Vor dem Bunsenbrenner bis zur Gewichtskonstanz geglühte Proben wurden zunächst schockoladenbraun bis schwarz, bildeten dann einen spröden, glänzenden Schmelzfluß, der nach längerer Zeit in eine grauschwarze, zusammengesinterte Masse überging, die sich nur nach längerem Behandeln mit Königswasser auf dem Wasserbade vollständig löste.

1.) Bayldonit $(Cu\,Pb)_3\,As_2\,O_8\,.\,(Cu\,Pb)\,(OH)_2\,.\,H_2\,O$.

Die Stufe K. 18 besteht in der Hauptsache aus drusigen, porösen, bimmsteinartigen Mineralaggregaten von zeisiggrüner Farbe.

Die quantitative Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

As_2O_5	= 30,31 %		M. V. =	0,131	
Pb O	= 37,76 „			0,169	0,516
Cu O	= 23,09 „	27,61 %		0,347	
Fe O	= 4,52 „				
H_2O	= 5,15 „			0,286	
	100,83 %				

Das entspricht der Formel:

$As_2O_5\,.\,4\,(Pb\,Cu)\,O\,.\,2\,H_2O$ oder

$(Pb\,Cu)_3\,As_2O_8\,.\,(Pb\,Cu)\,(HO)_2\,.\,H_2O$

mit dem Verhältnis Pb O : Cu O = 1 : 2.

Nach der Formel berechnet erhielt man für die Zusammensetzung des Materials folgende Werte:

As_2O_5	=	29,64 %
PbO	=	38,36 „
CuO	=	27,36 „
H_2O	=	4,64 „
		100,00 %

Die Härte des Minerals beträgt etwa $1^1/_2$—2, des spez. Gew. 5,50 bei 16° Celsius.

Die Stufe S. 8. ihrem Aussehen nach ganz den vorhergehenden entsprechend, zeigte nur eine etwas größere Härte. In HNO_3 löslich, blieben stets geringe Mengen eines feinen, weißen Mehles zurück, das sich als SiO_2 nachweisen ließ. Die Analyse ergab folgende Resultate:

I.	As_2O_5	= 29,31 %	II.	= 28,87 %
	PbO	= 42,99 „		= 42,87 „
	CuO	= 16,38 „		= 16,64 „
	FeO	= 5,62 „		= 5,89 „
	SiO_2	= 0,83 „		= 0,73 „
	H_2O	= 4,29 „		= 4,14 „
		99,42 %		99,14 %

Das Molekularverhältnis aus dem Mittel ergab sich mit:

As_2O_5	= 29,09 %	M. V. =	0,118	
PbO	= 42,93 „		0,192	0,471
CuO = FeO =	22,26 „		0,279	
H_2O	= 4,21 „		0,234	

Das entspricht der Formel:

$As_2O_5 : 4(Pb\,Cu)O \cdot 2H_2O$ oder

$(Pb\,Cu)_3As_2O_8 \cdot (Pb\,Cu)(OH)_2 \cdot H_2O$.

mit dem Verhältnis PbO : CuO = 2 : 3.

Nach der Formel berechnet würde diesem Mineral folgende Zusammensetzung zukommen:

As_2O_5	=	28,25 %
CuO	=	23,47 „
PbO	=	43,86 „
H_2O	=	4,42 „
		100,00 %

die mit dem Ergebnis der Analyse gut übereinstimmt.

Die Härte des Minerals beträgt 3; das spez. Gewicht wurde mit 5,21 bei 15,5° Celsius im Pyknometer gefunden.

Von ganz anderer äußerer Beschaffenheit sind die in folgendem beschriebenen Mineralien.

Auf einem großen Teil der Stufen bilden sie im Gegensatz zu dem oben beschriebenen Mineralaggregaten dichte Massen von zeisig- bis schwärzlich-grüner Farbe. Stets sind sie von Kupferlasur und Malachit begleitet, die meistenteils in prachtvollen Kristallen und schönen Pseudomorphosen, auch wohl rosettenartig aggregiert auf ihnen aufsitzen.

Die Oberfläche dieser dichten grünen Aggregate ist immer von einer dünnen, glänzenden, spröden Schicht von gelblich-grüner Farbe überzogen, die nur Bruchteile eines Millimeters mißt und deutlich kristallin ist, bestimmbare Kristallformen aber nicht zu erkennen gibt.

Die feinkristallinen Überzüge, die aus wirr durcheinanderliegenden, mikroskopisch kleinen Kriställchen mit abgerundeten Ecken und Flächen bestehen, sind außerordentlich spröde, zeigen unter dem Mikroscop muscheligen bis splitterigen Bruch und lassen eine gesetzmäßige Spaltbarkeit nicht erkennen. In dünnen Splitterchen farblos, zeigt das Mineral in dickeren schwach gelbe bis gelbgrüne Färbung und schwachen Pleochroismus von hell- nach bläulich-grün. Die Licht- und Doppelbrechung ist hoch. Die Kristallbegrenzungen sind nicht bestimmbar. Beobachtungen im konvergenten Licht führten zu keinem Resultat.

Die kristallinen Schichten zeigen ebenso wie die dichten, derben Massen dieselbe chemische Zusammensetzung von Pb, Cu, As und H_2O und es liegt die Vermutung nahe, daß die Überzüge als die kristallinen Modifikationen zu betrachten sind.

Diese Mineralien sind also dem **Bayldonit** zuzurechnen.

Im Folgenden sind drei Analysen von verschiedenen Stufen aufgeführt und zwar handelt es sich bei K. 11 u. 23 um Bauschanalysen. Diejenige von K. 21 gibt vielleicht einigen Aufschluß über die Entstehungsweise der hier beschriebenen Mineralien.

2.) Parabayldonit.

K. 11 besteht aus dichten grünen Massen, die Oberfläche ist mit einer olivenfarbigen, dünnen kristallinen Schicht bedeckt. Prachtvolle Pseudomorphosen von Malachit nach Azurit und dieser selbst sitzen in strahlig, rosettenartig angeordneten Aggregaten auf der Stufe. Die Zusammensetzung erwies sich als folgende:

			M. V.	
As_2O_5 = 25,60	27,69 %		0.120	
SbO_2 = 2.09				
PbO = 43,52 %			0,195	0,510
CuO = 22,68	25,06 %		0,315	
FeO = 2,38				
CaO = 0,81 %				
H_2O = 3,10 „			0,172	
100,15 %				

Das entspricht der Formel:

$$As_2O_5 \cdot 4(Pb\,Cu)O \cdot 1\tfrac{1}{2}\,H_2O \quad \text{oder}$$

$$(Pb,\ Cu)_3As_2O_8 \cdot (Pb\,Cu)(OH)_2 + \tfrac{1}{2}H_2O.$$

$$PbO : CuO = 2 : 3.$$

Hiernach berechnet erhält man:

As_2O_5	= 28,57 %
PbO	= 44,35 „
CuO	= 23,73 „
H_2O	= 3,35 „
	100,00 %

Die Härte beträgt etwa 2, das spez. Gewicht 5,44 bei 16,3° Celsius.

Eine Analyse der Stufe K. 23 ergab folgende Werte:

			M. V.	
As_2O_5 = 25,54	26,99 %		0,117	
Sb_2O_5 = 1,45				
PbO = 43,38 %			0,194	0,508
CuO = 24,21	25,02 %		0,314	
FeO = 0,81				
CuO = 1,29 %			0,170	
H_2O = 3,07 %				
99,75 %				

welche der Formel entsprechen:

$$As_2O_5\ 4\ .\ (PbCu)O\ .\ 1\frac{1}{2}\ H_2O$$

mit $PbO : CuO = 2 : 3$.

Wegen der Ähnlichkeit hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung mit dem Bayldonit, schlage ich für diese Verbindung den Namen **Parabayldonit** vor.

Die Stufe K. 21 besteht auch aus dichten Massen, nur unterscheidet sie sich von den vorhererwähnten durch ihre lichtgrüne Farbe. Das Mineral erwies sich von folgender Zusammensetzung:

As_2O_5	= 14,87 %	M. V. = 0,064	
PbO	= 70,89 „	0,318	0,464
CuO	= 11,36 „	0,146	
FeO	= 0,31 „		
CO_2	= Spur		
H_2O	= 2,31 „	0,128	
	99,74 %		

Dieses Molekularverhältnis führt auf die Formel:

$$As_2O_5\ 7(PbCu)O\ .\ 2\,H_2O.$$

Der geringe Arsengehalt und die Spuren der noch vorhandenen Kohlensäure deuten darauf hin, daß es sich in allen diesen Fällen um Umwandlungsprodukte des Bleikarbonats handelt.

Basische Blei-Kupfer-Arseniate von der Zusammensetzung:

$$2\,(PbCu)\,As_2O_8\ .\ 3\,(PbCu)\,(OH) + aq.$$

Die in folgendem beschriebenen drei Mineralien unterscheiden sich von den obenerwähnten im wesentlichen durch ihre Farbe, Art ihres Auftretens und den Bau ihrer Formel.

Die Stufe S. 21 bildet grasgrüne, stengelige, wirr durcheinander liegende Aggregate, die deutlich eine röhrenförmige, konzentrisch-schalige Struktur zeigen und verhältnismäßig große Gebilde sind. Im Inneren der Röhren befindet sich teilweise noch ein weißlichgelber Kern, der sich als Mimetesit nachweisen ließ,

teils ist dieser Kern auch ausgelaugt. Es handelt sich hier zweifellos um Umwandlungsprodukte des Mimetesits, aus dessen prismatisch ausgebildeten Kristallen die röhrenförmigen Pseudomorphosen entstanden sind. Auf den grünen Aggregaten findet man kleine, glänzende, wasserklare Kriställchen von Cerussit.

Das Verhalten gegen die allgemeinen chemischen Proben ist gleich dem eingangs erwähnten.

Sorgfältig unter der Lupe ausgesuchtes Material wurde zu den Analysen verwandt, die folgende Resultate ergaben:

	I.	II.
As_2O_5	= 23,94 %	= 24,14 %
Sb_2O_5	= 3,35 „	= 3,12 „
CuO	= 28,60 „	= 28,43 „
PbO	= 37,77 „	= 37,54 „
FeO	= 0,29 „	= 0,38 „
CaO	= 1,41 „	= 0,97 „
H_2O	= 5,34 „	= 5,13 „
	100,70 %	99,71 %

Für das Molekularverhältnis ergab sich aus dem Mittel:

		M. V.	
As_2O_5 = 24,04	27,28 %	= 0,118	
Sb_2O_5 = 3,24			
PbO = 37,66 %		0,169	0,527
CuO = 28,52 „		0,358	
H_2O = 5,24 „		0,291	

das entspricht der Formel:

$$2\,As_2O_5 \,.\, 9\,(PbCu)O \,.\, 5\,H_2O \quad \text{oder}$$

$$2\,[(PbCu)_3\,,\,As_2O_8] \,.\, 3\,[(PbCu)(OH)_2] \,.\, 2\,H_2O$$

mit dem Verhältnis $PbO : CuO = 1 : 2$.

Nach dieser Formel berechnet würde es sich um ein Mineral von folgender Zusammensetzung handeln:

As_2O_5	= 27,11 %
PbO	= 39,44 „
CuO	= 28,14 „
H_2O	= 5,31 „
	100,00 %

Die Härte des Minerals ist gering, etwa 1½ bis 2, der Strich gelblich-grün, ein feines gelbes Mehl hinterlassend.

Für das spez. Gewicht wurde als Mittel von 4 Bestimmungen 5,512 bei 14° Celsius im Pyknometer gefunden.

Die Stufe K. 12 besteht in der Hauptsache aus drusigen, porösen, bimsteinartigen Mineralaggregaten von grasgrüner Farbe. An einzelnen Stellen sind noch deutlich hexagonale Prismen erkennbar, die von dem in dieses Mineral umgewandelten Mimetesit herrühren. Dünne Anflüge von Aurichalcit und Plattnerit geben der Stufe ein eigenartiges Aussehen. Die quantitative Analyse ergab folgende Werte:

			M. V.	
As_2O_5	= 28,03 %		= 0,122	
Sb_2O_5	= Spur			
PbO	= 37,08 %		0,166	0,530
CuO	= 24,41	28,97 %	0,364	
FeO	= 4,56			
H_2O	= 5,10 %		0,283	
	99,18 %			

welchem ebenfalls die Formel

$$2\,As_2O_5 \,.\, 9\,(Pb\,Cu)O \,.\, 5\,H_2O$$

mit PbO : CuO = 1 : 2 zukommt.

Das spez. Gewicht beträgt 5,504 bei 15,2° Celsius. Die Härte ist zirka 2.

Cuproplumbit.

Auf der Stufe K. 39 treten die auf Seite 46 beschriebenen feinkristallinen Überzüge auf. Im Innern erscheint das Mineral dicht und fest. Zu der Analyse, die von dieser Stufe ausgeführt wurde, wurde unter der Lupe sorgfältig Material ausgesucht, um ein möglichst genaues Bild von der Zusammensetzung der kristallinen Schichten, die die Stufen überziehen, zu bekommen. Das Resultat war folgendes:

			M. V.	
As_2O_5	= 28,81 %	29,27 %	0,127	
Sb_2O_5	= 0,46 „			
PbO	= 36,44 „			
CuO	= 29,25 „	31,12 %	0,108	0,554
FeO	= 1,89 „		0,391	
CaO	= 0,21 „			
H_2O	= 3,27 „		0,182	
	100,33 %			

das entspricht der Formel:

$$2\ As_2O_5\ .\ 9\ (Pb\ Cu)\ O\ .\ 3\ H_2O \quad \text{oder}$$
$$2\ [(Pb\ Cu)_3\ As_2\ O_8]\ .\ 3\ [(Pb\ Cu)\ (OH)_2]$$

mit dem Verhältnis $PbO : CuO = 2 : 5$.

Hiernach berechnet erhält man:

As_2O_5	=	28,76 %
PbO	=	35,97 „
CuO	=	31,99 „
H_2O	=	3,38 „
		100,00 %

Die Härte des Minerals beträgt ca. 3, das spez. Gewicht 5,502 bei 15,4° Celsius.

Zu dieser Analyse standen nur 0,2 gr. zur Verfügung und die Verunreinigungen von Sb, Fe und Ca lassen darauf schließen, daß das Material trotz sorgfältigen Aussuchens noch nicht in vollkommener Reinheit vorlag. Immerhin genügt die Analyse, um die Zusammensetzung der kristallinen Überzüge klar zu legen. Diese Verbindung will ich, da sie wesentlich aus Cu und Pb besteht, als **Cuproplumbit** bezeichnen.

Von Interesse ist vielleicht noch die Zusammensetzung der Stufe S. 16. Sie besteht aus dichten grünen Massen, die schlierenartig von gelblich-grünen Schichten durchzogen sind. Die Oberfläche ist mit dem grünen kristallinen Überzug bedeckt. Pseudomorphosen von Malachit nach Azurit und dieser selbst sitzen auf der Stufe auf. Die Analyse der Stufe gestattet vielleicht einen Einblick in die Entstehungsweise dieser Mineralien.

Ihr Resultat war folgendes:

As_2O_5	=	25,44 %	M. V. =	0,111
PbO	=	49,05 „		0,220
CuO	=	21,15 „		0,269
FeO	=	0,28 „		
P_2O_5	=	0,45 „		
H_2O	=	3,58 „		0,199
		99,95 %		

Das entspricht der Formel:

$$2\ As_2O_5 \cdot 9\ (Pb\ Cu)O \cdot 4\ H_2O \quad \text{oder}$$
$$2\ [(Pb\ Cu)_3\ As_2O_8 \cdot 3\ [(Pb\ Cu) \cdot (OH)_2] + H_2O.$$
$$Pb\ O : Cu\ O = 4 : 5.$$

Danach berechnet würde die Zusammensetzung folgende sein:

As_2O_5	=	25,25 %
$Pb\ O$	=	48,97 „
$Cu\ O$	=	21,83 „
H_2O	=	3,95 „
		100,00 %

Die Härte beträgt ca. 3, das spez. Gewicht 5,5 bei 16,8° C.

Zur Berechnung der Molekularverhältnisse ist noch zu bemerken, daß das Eisen mit als Kupfer, das Antimon mit als Arsen in Rechnung gezogen wurde, da beide sich sonst in den Formeln nicht unterbringen ließen.

Das einzige bis jetzt bekannte Mineral, das eine den beschriebenen Mineralien ähnliche Zusammensetzung zeigt, ist der **Bayldonit.** Dana[1]) und Doelter[2]) geben nur eine Analyse und zwar folgende an:

As_2O_5	=	30,13 %	
$Pb\ O$	=	30,88 „	
$Cu\ O$	=	31,76 „	
Fe_2O_3	=	2,65 „	als Rest u. Verlust
$Ca\ O$	=		
H_2O	=	4,58 „	
		100,00 %	

die der Formel entspricht.

$$(Pb\ Cu)_3\ As_2O_8 \cdot (Pb\ Cu)\ (OH)_2 + H_2O \quad \text{oder}$$
$$As_2O_5 \cdot 4\ (Pb\ Cu)O \cdot 2\ H_2O.$$
$$\text{mit } Pb\ O : Cu\ O = 1 : 3.$$

Stellt man die oben erhaltenen Formeln der Mineralien mit der des Bayldonits etwa in folgender Weise zusammen:

---

[1]) Dana, pag 837.
[1]) Doelter III, pag. 700.

R = (Pb Cu)

Bezeichnung	Formel	Pb O : Cu O
Bayldonit	$R_3 As_2 O_8 . R(OH)_2 . H_2 O$	1 : 3
K. 18	$R_3 As_2 O_8 . R(OH)_2 . H_2 O$	1½ : 3
S. 8	$R_3 As_2 O_8 . R(OH)_2 . H_2 O$	2 : 3
K. 11 u. 23	$R_3 As_2 O_8 . R(OH)_2 . ½ H_2 O$	2 : 3
S. 16	$2 R_3 As_2 O_8 . 3 R(OH)_2 . H_2 O$	4 : 5
K. 12 u. S. 21	$2 R_3 As_2 O_8 . 3 R(OH)_2 . 2 H_2 O$	2½ : 5
K. 39	$2 R_3 As_2 O_8 . 3 R(OH)_2$	2 : 5

so ist es augenscheinlich, daß man auf Grund der Formeln zwei Gruppen von Mineralien unterscheiden muß, und zwar solche vom Typus der Formel:

$$R_3 As_2 O_8 . R(OH)_2 + aq.$$

und solche vom Typus:

$$2 R_3 As_2 O_8 . 3 R(OH)_2 + aq.$$

Bei der ersten Gruppe der Mineralien, die ich als Bayldonite bezeichnen möchte, handelt es sich um Mineralien, die dieselbe chemische Zusammensetzung und dieselbe Formel haben, nur daß das Mengenverhältnis von Blei und Kupfer ein variables ist, das sich für 3 Teile Cu zwischen 1–2 Teilen Blei bewegt.

Analysen-Resultate

für die Mineralien vom Typus $R_3 As_2 O_8 . R(OH)_2 + aq.$

Bezeichnung	$As_2 O_5$	$Sb_2 O_5$	Pb O	Cu O	Fe O	Ca O	$P_2 O_5$	$Si O_5$	$H_2 O$
Bayldonit (Liter.)	30,13	—	30,88	31,76	2,65		—	—	4,58
K. 18	30,31	—	37,76	23,09	4,52	—	—	—	5,15
S. 8	29,09	—	42,93	16,51	5,75	—	—	0,78	4,21
K. 11	25,60	2,09	43,52	22,68	2,38	0,81	Spur	—	3,10
K. 23	25,54	1,45	43,38	24,21	0,81	1,29	—	—	3,07

Analysen-Resultat

für $As_2 O_5 = (As_2 O_5 + Sb_2 O_5)$ u. $Cu O = (Cu O + Fe O)$.

Bezeichnung	$As_2 O_5$	Pb O	Cu O	$H_2 O$
Bayldonit	30,13	30,88	33,50	4.58
K. 18	30,31	37,76	27,61	5,15
S. 8	29,09	42,93	22,26	4,21
K. 11	27,69	43,52	25,06	3,10
K. 23	26,99	43,38	25,02	3,07

Zusammensetzung der Mineralien nach der für sie aufgestellten Formel berechnet.

Bezeichnung	As_2O_5	PbO	CuO	H_2O
Bayldonit	31,59	30,66	32,80	4,95
K. 18	29,64	38,36	27,36	4,64
S. 8	28,25	43,86	23,47	4,42
K. 11 K. 23	28,57	44,35	23,73	3,35

Die Mineralien sind nach fallendem Arsengehalt geordnet. Es ist augenscheinlich, daß mit abnehmendem As-Gehalt der des Bleies zu und der Kupfer- und Wassergehalt abnimmt, ebenso wächst die Summe (PbO + CuO) von 63,46 % auf 68,08 %, und scheint einem Maximum bezw. Minimum zuzustreben. Der Cu-, As- und Wassergehalt stehen also in engem Zusammenhang und man kann mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß es sich bei den Bayldoniten um Umwandlungsprodukte von Bleiverbindungen handelt, und zwar durch Einwanderung von basischem Cu-Arseniat.

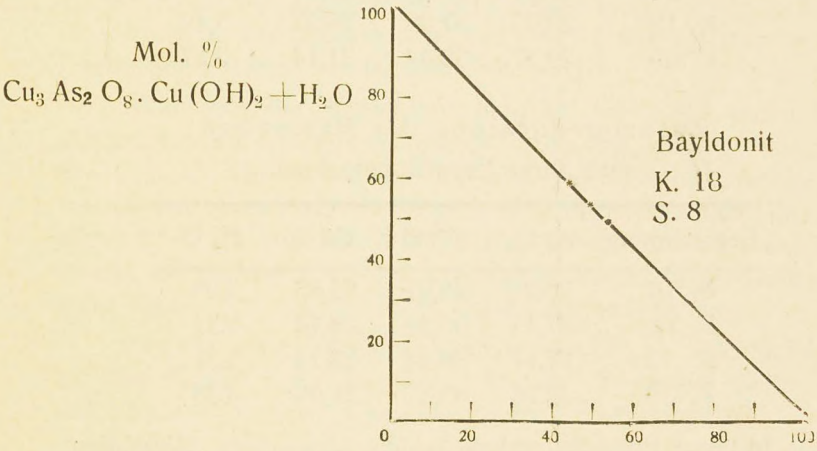
Die Analyse der Stufe S. 21 deutet darauf hin, daß es sich wohl um solche des Bleikarbonats handeln kann.

Das Material für die Analysen der Stufen K. 11 und 23 war in der Hauptsache von Stellen genommen, die von kristallinen Schichten dicht bedeckt waren. Es zeigt sich bei ihnen eine Abweichung im Wassergehalt gegenüber den Mineralien der Stufen K. 18 und S. 8. Dieses läßt vielleicht darauf schließen, daß, wenn es gelänge einwandfreies Material der kristallinen Überzüge zu bekommen, man in ihnen wohl das wasserfreie basische Bleikupferarseniat finden würde, wie es bei der Gruppe 2 in K. 39 der Fall ist.

Der Bayldonit und die ihm verwandten oder gar gleichen Glieder zeigen in ihrer Formel eine gewisse Ähnlichkeit mit der des Pseudolibethenits, dem wasserhaltigen basischen Kupferphosphat.

Vielleicht existiert auch das entsprechende Arseniat von der Formel $Cu_3As_2O_8 . Cu(OH)_2 + H_2O$, das als wasserhaltiger Olivenit anzusprechen wäre. Hiervon ausgehend

kann man den Bayldonit und die hier beschriebenen Mineralien vielleicht als isomorphe Mischungen von dem wasserhaltigem basischem Kupferarseniat und einem noch unbekannten basischen Bleiarseniat von der Formel $Pb_3 As_2 O_8 . Pb(OH)_2 . H_2 O$ auffassen, welches graphisch dargestellt sich folgendermaßen gestalten würde:



Die zweite Gruppe der Mineralien vom Typus der Formeln $2 R_3 As_2 O_8 . 3 R(OH)_2 + aq.$ unterscheidet sich von denen der ersten Gruppe äußerlich in ihrer Farbe und ihrem Auftreten.

Ihre Färbung ist grasgrün, ihrem Auftreten nach zeigen sie sich stets als Umwandlungsprodukte des Mimetesites, dessen Formen sie beibehalten haben.

Im folgenden sind die Analysenresultate zusammengestellt:

Analysen-Resultate
für die Mineralien vom Typus der Formel
$2 R_3 As_2 O_8 . 3 R(OH)_2 + aq.$

Bezeichnung	$As_2 O_5$	$Sb_2 O_5$	Pb O	Cu O	Fe O	Ca O	$P_2 O_5$	$H_2 O$
S. 16	25,44	—	49,05	21,15	0,28	—	0,45	3,58
S. 21	24,04	3,24	37,66	28,52	0,34	1,19	—	5,24
K. 12	28,03	Spur	37,08	24,41	4,56	—	—	5,10
K. 39	28,81	0,46	36,44	29,25	1,89	0,21	—	3,27

Analysen-Resultate
für $As_2O_5 = (As_2O_5 + Sb_2O_5)$ u. $CuO = (CuO + FeO)$.

Bezeichnung	As_2O_5	PbO	CuO	H_2O
S. 16	25,44	49,05	21,43	3,58
S. 21	27,28	37,66	28,86	5,24
K. 12	28,03	37,08	28,97	5,10
K. 39	29,27	36,44	31,14	3,27

Zusammensetzung der Mineralien
nach ihrer Formel berechnet.

Bezeichnung	As_2O_5	PbO	CuO	H_2O
S. 16	25,25	48,97	21,83	3,95
S. 21	27,11	39,44	28,14	5,31
K. 12	27,11	39,44	28,14	5,31
K. 39	28,76	35,87	31,99	3,38

In ihren Formeln unterscheiden sich diese Mineralien von den vorhergehenden im wesentlichen durch eine Anreicherung der $R(OH)_2$-Gruppen.

Nach H. Schneiderhöhn[1]): „stammen auch diese Stufen in der Hauptsache aus dem Osterzkörper, wo viele Hunderte Tonnen zwischen der II. und IV. Sohle (50—100 m) vorkommen. Es sind die netzartigen, ersten Oxydationsprodukte der Enargit- und Fahlerzpartien, die allmählich immer wuchsen, und aus denen sich dann durch Auslaugung und Umkristallisation die verschiedensten Mineralien bildeten. Es kommen alle Farbennüancen vor, vom hellsten grüngelb bis zum grellsten grünblau. Aus diesen Massen individualisierte sich vor allem Mimetesit. (Ein Teil der vorliegenden Stufen zeigt auch noch Pseudomorphosen nach Mimetesit K. 26, 39 und S. 21.) Oft kommt in solchen ausgelaugten Massen Realgar vor. Wahrscheinlich sind es innige Durchtränkungen höchst feiner Mischkristalle von allen möglichen Cu- und Pb-Arseniaten und Phosphaten."

[1]) Dr. H. Schneiderhöhn, Briefliche Mitteilungen.

Kurz zusammengefaßt ergibt sich aus den aufgestellten Untersuchungen folgendes:

Die feinen, kristallinen Überzüge auf den Stufen K. 11; 23 und K. 26; 39 lassen sich auf Grund ihrer Farbe und chemischen Zusammensetzung als Mineralien von zweierlei Art auffassen. U. d. M. ließen sich zwar vorläufig keine merklichen Unterschiede feststellen, da es nicht gelang kristallographische und optische Eigenschaften irgendwelcher Art festzustellen. (Siehe mikroskopischer Befund Seite 46.)

Während die kristallinen Krusten auf K. 11 und 23, durchscheinend und von olivgrüner Farbe sind, einen größeren Pb- und Cu-Gehalt als der Bayldonit aufweisen, sich aber trotzdem in seine Formel einfügen, sind die kristallinen Überzüge auf K. 26 und 29 smaragdgrün, stehen dem Bayldonit in der prozentualen chemischen Zusammensetzung ziemlich nahe fügen sich aber nicht in die Formel desselben.

Für die erste Gruppe von Mineralien (K. 11, 23) möchte ich den Namen „Parabayldonit", für die zweite Gruppe (26, 39) den Namen „Cuproplumbit" vorschlagen.

Nach dem allgemeinen äußeren Befund der Stufen möchte man annehmen, daß auf den hornartig festen Massen sich zuerst Mimetesit (K. 26, 39) und darauf die feinen, kristallinen Überzüge (K. 11, 23) bildeten und diese sich durch Auslaugung und pseudomorphe Verdrängung in die porösen, drusigen Mineralaggregate, von fast genau derselben chemischen Zusammensetzung umwandelten, wie man sie entsprechend in den Stufen S. 21, K. 12 und S. 8 findet.

Innerhalb dieser Gruppe hat man zwischen dem wasserhaltigen und wasserfreien basischen Blei-Kupfer-Arseniat zu unterscheiden.

Die wasserhaltigen Verbindungen K. 12 und S. 21. zeigen schon in ihrer äußeren Beschaffenheit deutliche Unterschiede von dem wasserfreien Arseniat K. 39. Sie sind bröckelig und porös, K. 39 hingegen fest und zur Kristallisation neigend.

Im Bau ihrer Formeln zeigen sie eine gewisse Analogie mit der des Erinits:

$$Cu_3 As_2 O_8 . 2\ Cu(OH)_2 .$$

Hinsichtlich der Entstehungsweise der hier beschriebenen Blei-Kupfer-Arseniate neige ich zu der Ansicht, daß es sich bei den Bayldoniten um Umwandlungsprodukte des Cerussits, bei den Cuproplumbiten um Umwandlungsprodukte des Mimetesits handelt.

Vorliegende Arbeit wurde im Mineralogischen-Geologischen Institut der Universität Münster ausgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat Professor Dr. K. Busz, welcher mich bei der Ausführung derselben stets mit Rat und Tat unterstützte, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich, Friedrich Karl Biehl, wurde geboren am 20. April 1887 zu Lengerich i. Westf. als Sohn des Buchdruckereibesitzers K. Biehl zu Osnabrück und bin evangel. Konfession. Nach fünfjährigem Besuch der Volksschule besuchte ich 4 Jahre die Rektoratschule in Lengerich und 4½ Jahre das Kgl. Realgymnasium zu Osnabrück. Ostern 1908 bestand ich am Kgl. Realgymnasium zu Lüdenscheid i. Westf. als Externer die Reifeprüfung. Ich studierte darauf an der Universität Heidelberg und Münster Mathematik und Naturwissenschaften bis zum Ausbruch des Weltkrieges, nahm an demselben von Juli 1915 bis zum Ende teil und stand zuletzt als Leutnant beim Hohenzollernschen Fuß-Art.-Regiment 24.

Am 8. August 1919 bestand ich die mündliche Doctorprüfung, am 19. Dezember 1919 vor der Wissenschaftlichen Prüfungkommission zu Münster die Prüfung für das Lehramt an höheren Schulen.